







# आधुनिक रसायन

[मध्यमिक शिक्षा बोर्ड, राजस्थान द्वारा संकण्डरी स्कूल  
दरजेका के लिए एकमात्र स्वीकृत पुस्तक]

१

लेखक

डा. पी. टी. भटनागर

भटनागर, विज्ञान विभाग  
रीजनल कार्यालय, भोपाल

एम. पी. गुप्ता

भटनागर, विज्ञान विभाग  
रीजनल कार्यालय, भोपाल

डा. एम. पी. भटनागर

प्राध्यापक  
रीजनल कालेज, अजमेर

एन. के. श्रीमाली

प्राध्यापक  
विद्यामन्दन, उदयपुर



[माध्यमिक शिक्षा बोर्ड, राजस्थान के अधिकार द्वारा प्रकाशित]

•  
• • • • •

र  
विज्ञान

## आमुख

बीसवीं शताब्दी में विज्ञान ने आश्चर्यजनक प्रगति की है। विज्ञान के विभिन्न विषयों की बड़ी बुनियादी धारणाएँ भी बदल गई हैं और कुल मिलाकर इन विषयों के स्वरूप में क्रांतिकारी परिवर्तन हुए हैं।

प्रगतिशील देशों में विज्ञान विषयों का शिक्षण भी विज्ञान की उन्नति के साथ-साथ बदलता रहा है परन्तु भारतवर्ष में आज भी विज्ञान का पाठ्यक्रम लगभग वही है जो 40 वर्ष पूर्व था। हमारे विश्वविद्यालयों के शिक्षण में अब विज्ञान के नवीन विचारों और विषयवस्तु का समावेश होने लगा है परन्तु हमारे स्कूलों में अब भी परिवर्तन के आसार कम ही नजर आते हैं।

कुछ वर्षों में माध्यमिक शिक्षा बोर्ड यह महसूस कर रहा था कि विज्ञान शिक्षा में परिवर्तन अत्यन्त आवश्यक है। यू.के.ओ. का विज्ञान की नवीन संकल्पनाओं, विचारधाराओं से अनभिज्ञ रहना देश की वैज्ञानिक तथा तकनीकी उन्नति में बाधक होगा अतएव बोर्ड ने सब विज्ञान विषयों में नवीन पाठ्यक्रम तैयार करवा कर सन् 1970 में स्कूलों में जारी कर दिया। इस पाठ्यक्रम को सुचारु रूप में पढ़ाने के लिए शिक्षकों के प्रशिक्षण की राज्यव्यापी योजना बनाकर कार्यान्वित की जा रही है। साथ ही साथ नवीन पाठ्यक्रम पर चुने हुए योग्य विद्वानों से नई पाठ्य पुस्तकें तैयार की जा रही हैं। प्रस्तुत पुस्तक रसायन विज्ञान के नये पाठ्यक्रम पर आधारित है तथा शिक्षण पद्धतियों के अनुसार लिखी हुई है। बोर्ड डा. पी. डी. भटनागर तथा उनके सहयोगियों का आभारी है कि उन्होंने इस पुस्तक को तैयार करने में बड़ा परिश्रम किया। आशा है संकष्टही ब्रह्माओं के विद्यार्थी इस पुस्तक की सहायता से नये पाठ्यक्रम को अच्छी तरह से समझ सकेंगे।

के. एल. मोरारिया  
अध्यक्ष



## प्रस्ताव

अध्यापक बन्धुओं से निवेदन :

विज्ञान शिक्षा के क्षेत्र में रूस, अमेरिका व ब्रिटेन जैसे प्रगतिशील देशों में द्रुतगति से होने वाले विकसित कार्यक्रमों के अनुभवों, आलोचनाओं व भारत में राष्ट्रीय व राज्य स्तर पर किये गये विज्ञान शिक्षा के विकास के प्रयत्नों, शिक्षकों तथा पाठशालाओं की व्यावहारिक कठिनाइयों को ध्यान में रखकर इस पुस्तक को लिखा गया है।

पुस्तक में केवल रसायन के तथ्यों व मिश्रणों का सामूहिक संकलन मात्र ही न करके इनकी खोज निरखने की वैज्ञानिक प्रक्रिया को स्पष्ट करने का विशेष प्रयत्न किया गया है। आपसे अनुरोध है कि आप विद्यार्थियों के समक्ष इसे पाने का प्रयत्न अवश्य करें। बालकों के सम्मुख रसायन का रूप पदार्थ व उसमें होने वाले परिवर्तनों का समझाने हेतु रसायनज्ञों के अनुसंधानों की प्रक्रिया व मानव के हितों के लिए उनके उपयोग के रूप में प्रस्तुत करें। हमें जहां कहीं भी बहुत अधिक तथ्यों की सूचना देनी आवश्यक हुई है वहां पर हमने इनकी एक तालिका के रूप में प्रस्तुत किया है। विद्यार्थियों को यह सूचना याद करने के लिए न होकर तालिका का उपयोग करना सीखना अधिक उपयोगी होगा। स्थान-स्थान पर विषयवस्तु में सम्बन्धित अनेक प्रश्न, समस्याएं व प्रयोजनाएं प्रस्तावित की गई हैं, जिन्हें आप विद्यार्थियों की सहायता में प्रयोगशाला अथवा कक्षा में प्रस्तुत करें।

नवी तथा दसवीं कक्षाओं का सम्पूर्ण रसायन पाठ्यक्रम उद्योग दृष्टियों में विभक्त बना है जिसे पांच मुख्य समूहों में विभाजित किया जा सकता है जिनका क्रम व सम्बन्ध वैज्ञानिक प्रक्रिया पर आधारित है व उसके चरणों को परिलक्षित करता है।

जहां तक हो सका है, प्रत्येक दृष्टिकोण के विषय वस्तु का प्रस्तुतीकरण मानव में ज्ञान की ओर रखा गया है। रसायन संबंधी तथ्यों व मिश्रणों का संकलन मात्र न रखकर हमने वैज्ञानिक अनुसंधान की प्रक्रिया पर बल दिया गया है। इस प्रक्रिया को रसायन के प्रयोगों व लक्ष्यों की सहायता में स्पष्ट किया गया है। अंतर्को शिक्षकों द्वारा दिये गये सुझाव एवं समस्याओं के सारों का ध्यान की संशोधन रखा गया है।

प्रथम दृष्टिकोण में मानव की अमाशयण उपलब्धियां एवं इन उपलब्धियों में विज्ञान की देन की ओर छात्रों का ध्यान आकर्षित किया गया है। लक्ष्यरहित प्रश्न यह उठाया गया है कि अविज्ञ विज्ञान है क्या? विज्ञान की एक ऐसी परिभाषा का अर्थ क्या किया गया है जिससे विज्ञान के विकास के मूल में अवधारणा प्रक्रिया की परिलक्षित हो क्योंकि विज्ञान के दृष्टिकोण में करने के लिये हमें इसकी पुरानी परिभाषा, कि 'विज्ञान एक शुद्धबोधित ज्ञान का ढांचा है' को मान्य रखना अप्रत्यक्ष रूप से असंभव है। विज्ञान की परिभाषा में अवधारणा के वैज्ञानिक दृष्टिकोण से वैज्ञानिक विज्ञान के विकास का प्रयत्न



मूलक के अन्तिम पृष्ठ तक परिवर्धित होता रहेगा। यही इस पुस्तक की गंभीरता एवं आधार है।  
 समस्त प्रस्तुत तथ्यों एवं आंकड़ों को इसी दृष्टिकोण से मंदिर में प्रस्तुत किया गया है।

वैज्ञानिक विधि के मुख्य चरणों को 'परीक्षण'ों में विभाजित करके विचारों व निर्वाचनों की गहरी  
 तलाश करने का प्रयत्न किया गया है। यह उदाहरण ही सबसे अधिक उपयुक्त। इस कारण  
 समझा गया कि इसमें वैज्ञानिक विधि के लगभग सभी पक्षों का समावेश है तथा इसमें संबंधित  
 तथ्यों व समस्याएँ आसानी से समझतापूर्वक समझ में आती हैं।

इस प्रकार के आधार पर पदार्थों के गुणों का अध्ययन करने का मुख्य उद्देश्य आसानी  
 से अध्ययन में प्राप्त सूचनाओं व आंकड़ों को अनेकों ढंगों से सुस्पष्ट रूप से करने की योग्यता का  
 विकास करना है जो वैज्ञानिक विधि का पहला चरण है।

द्वितीय इकाई में पदार्थों की कणीय संरचना को परिवर्तन को प्रयोगों व तथ्यों की सहायता  
 से विकसित किया गया है। पदार्थों के भौतिक परिवर्तनों को पदार्थों की कणीय संरचना व इस पर  
 कार्य करने वाले संयोजन बल एवं ऊष्मा शक्ति की अंतर्गत क्रिया के आधार पर समझाया गया है।

तृतीय इकाई में रासायनिक परिवर्तनों को कणीय संरचना के मंदिर में समझाते हुए परमाणु,  
 अणु तथा संयोजकता जैसे शब्दों को सरल किन्तु तर्कपूर्ण मूल्यों द्वारा प्रस्तुत किया गया है।

चतुर्थ इकाई में रासायनिक क्रियाओं के नियमों को पदार्थों के परमाणुओं की  
 आकृति के आधार पर डाल्टन के प्रयत्नों के रूप में समझाने का प्रयास किया गया है। गैस-सूत्रों के  
 नियमों के आधार पर नियम का परिचय इस इकाई में जानबूझकर इस कारण दिया गया है कि  
 डाल्टन के सिद्धान्त की सत्यता की जाँच करने के लिए उस समय के वैज्ञानिकों की स्वाभाविक जिज्ञासा  
 के कारण ही गैसों के संयोग के नियमों का अध्ययन हुआ।

पंचम इकाई में बॉयल व चार्ल्स के नियमों का वर्णन करने के स्थान पर प्रयास यह किया  
 गया है कि पदार्थों के कणों के गतिशीलता के आधार पर ताप, दाब व मात्रा के प्रभावों का अनुमान  
 लगाया जाय तथा ज्ञात नियमों को इन अनुमानों की सत्यता की परख के रूप में प्रस्तुत किया जाय।  
 यह वैज्ञानिक विधि के प्रमुख चरण 'परिष्कारण की परख' पर बल देने के लिए किया गया है।

इकाई छठ से नवम में अणु, परमाणु एवं तुल्यांकी भारों के अध्ययन की परम्परा को न  
 छोड़ कर भी प्रमुखता से अवबोध (Mole Concept) को विकसित करने पर दी गई है। रासायनिक  
 गणनाओं की भी इसी आधार पर प्रस्तुत किया गया है। दशम इकाई इस रोचक प्रश्न के उत्तर  
 के रूप में प्रस्तुत की गई है कि यदि सभी पदार्थों परमाणु के बने हैं तो स्वयं परमाणु किसे बने हैं?  
 परमाणु की विद्युत प्रकृति, उसकी इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूट्रॉन से संरचना को स्पष्ट, रेडियो-एक्टिवता  
 तथा गैसों में विद्युत विसर्जन द्वारा ज्ञात तथ्यों की सहायता से विकसित किया गया है। इन इकाइयों  
 के अंत में एक चित्र शृंखला में पिछले सभी अवबोधों को चित्रों व समस्याओं के रूप में रखा  
 गया है।

एकादश से अष्टादश इकाइयों में तथ्यों व विवरणात्मक सामग्री अधिक होने पर भी जीवन  
 से उनकी संबद्धता को सूचित करने के लिए मनोरंजक रूप में प्रस्तुत किया गया है। इन तथ्यों के  
 सारांश को दूसरी चित्र शृंखला द्वारा इस प्रकार प्रस्तुत किया गया है कि वास्तव इसमें तत्त्वों व  
 योगिकों के व्यवहार के मूल में इलेक्ट्रॉनों के आदान-प्रदान, आसि व दान की संभावना का अनु-  
 मान लगा सकें तथा वे संयोजकता के मंडपा रूपी अवबोध को इलेक्ट्रॉन स्तर पर भी समझ सकें।









## रसायन एक प्रायोगिक विज्ञान

अत्यन्त प्राचीन काल से ही मनुष्य को जिज्ञासा प्रकृति की कार्य-प्रणाली, जंग वीर्यों तथा जीव-मनुष्यों की उत्पत्ति और उनका विकास, ऋतु-परिवर्तन, आदि के कारण जानने की रही है। इसके मूल में, स्वयं की सुरक्षा और सुख के साधन प्राप्त करने के अतिरिक्त, उसकी स्वाभाविक अन्वेषणात्मक प्रवृत्ति है जो उसे सर्वदा प्राकृतिक वातावरण के विषय में ज्ञान प्राप्त करने के लिए प्रेरित करती रही है।

पिछली कुछ शताब्दियों में विज्ञान की खोजों के कारण मनुष्य के रहन-सहन और वातावरण में बहुत परिवर्तन हुआ है। प्राकृतिक मुफाओ या कच्चे मकानों के स्थान पर अब मनुष्य मध्य के द्वारा बनाई सीमेंट, काच और प्लास्टिक जैसी वस्तुओं से निर्मित भवनों में रहता है। ऋतु-परिवर्तन पर निर्भर न रहकर वह इन भवनों की अपनी दृष्टानुसार वातानुकूलित कर सकता है। दीप्त ऋतु में भी वह अपने ही कमरे में पहाड़ों की ठण्डी हवाओं का आनन्द ले सकता है। विभिन्न रोगों की ओजसिग घेजों की उपज बढ़ाने वाले उर्वरक, टेरिलिन जैसे कपड़े बनाने के लिए कृत्रिम रेशे, इत्यादि में भी तेज चलने वाले हवाई जहाज और राकेट, आदि उपलब्धियों विज्ञान के द्वारा ही प्राप्त हुई हैं। अब यह प्रश्न स्वाभाविक है कि विज्ञान क्या है और इसके द्वारा मनुष्य की हमनी आरक्ष्य-प्रवृत्ति प्रतीति किस प्रकार समझ हो सगी है ?

विज्ञान क्या है ?

शब्दकोष के अनुसार विज्ञान शब्द का अर्थ है "प्रेक्षण पर आधारित न्यूनो और सिद्धों का सुव्यवस्थित ज्ञान"। अनेक विचारकों ने समय-समय पर विज्ञान की विभिन्न परिभाषा दी है। लेकिन हमारे लिए निम्नलिखित परिभाषा ही महत्वपूर्ण है :

"प्रकृति के अन्वेषण और उससे प्राप्त सुव्यवस्थित ज्ञान को विज्ञान कहते हैं।"

1। विज्ञान की शाखाएं

मनुष्य ने प्राकृतिक वातावरण में विभिन्न वस्तुओं को देखा और उनके स्वभाव में निम्न अन्वेषण और खोज को सुविधानुसार कई शाखाओं में विभक्त कर दिया। यह निम्नलिखित हैं :

पहले उस शाखा को अन्य शाखाओं से अलग किया। उदाहरणार्थ—

धारियों के अन्वेषण और मुख्यवर्षित ज्ञान को "जीव-विज्ञान" कहते हैं। जीव-धारियों में पीछे और जन्तु दोनों ही सम्मिलित हैं। अतः जीव-विज्ञान को फिर दो शाखाओं में बांट दिया गया है। पेड़-पौधों के अन्वेषण और मुख्यवर्षित ज्ञान को वनस्पति-विज्ञान और जीव-जन्तुओं के इसी प्रकार के ज्ञान को जन्तु-विज्ञान कहते हैं। जैसे-जैसे इन विषयों का ज्ञान और विकसित होता गया, इनको भी पुनः और शाखाओं में विभक्त करने की आवश्यकता हुई। जन्तु-विज्ञान की दो शाखाएँ की गईं, एक शाखा के अन्तर्गत रीढ़ वाले जन्तु और दूसरी के अन्तर्गत बिना रीढ़ वाले जन्तु रखे गए। इन शाखाओं की भी उनकी विशेषता के अनुसार उप-शाखाएँ की गई हैं। विज्ञान के सब विषयों को इसी प्रकार शाखाओं में बांट दिया गया है जिससे उनके ज्ञान को सरलता से मुख्यवर्षित किया जा सके।

विज्ञान की निम्नलिखित मुख्य शाखाएँ हैं :

- (1) भौतिकी
- (2) रसायन
- (3) जैविकी
- (4) भूविज्ञान
- (5) खगोलिकी
- (6) गणित

उपर्युक्त शाखाओं के अतिरिक्त विज्ञान की कुछ और भी शाखाएँ हैं जिनका अध्ययन तुम उच्च बरतारों में करोगे।

## 1.2 रसायन किसे कहते हैं ?

इस की सरचना तथा उसमें होने वाले परिवर्तनों के अनुसंधान व मुख्यवर्षित ज्ञान को रसायन कहते हैं।

उपर्युक्त परिभाषा से ज्ञान होगा कि रसायन वा मुख्यवर्षित इष्ट की सरचना और उसमें होने वाले परिवर्तनों के अन्वेषण और ज्ञान से है। अतः सर्वप्रथम हमें यह ज्ञान होना चाहिए कि क्या है और इष्ट, वस्तु, सामग्री और पदार्थ से क्या अंतर है ?

वास्तुतः

हम जो चीजें प्रकार की वस्तुओं में मशीन-मशीन परिवर्तित हैं। उदाहरण के लिए डेस्क, बिजली, बैटरी, वस्तुतः हैं। वस्तुओं को हम उनकी विशेषताओं-प्रकार, रंग, आदि-से पहचानते हैं। सामग्री :

- (अ) क्या तुमने ध्यान दिया है कि हमारी चीजें, मशीनों के पीछे और चीजों के बीच गायन-गान है ? हम इन वस्तुओं में क्या-क्या देख सकते हैं और वे किसे पकड़ सकते हैं? जैसे-जैसे हमें ज्ञान हो जाता है। वे सब वस्तुएँ एक ही सामग्री (material) का हिस्सा हैं। एक ही प्रकार की सामग्री से बनी सब वस्तुएँ एक ही सामग्री के विशेष रूप रखते हैं।
- (ब) इसी प्रकार डेस्क, कुर्सी, बिजली, लकड़ी, आदि सामग्री हैं। लकड़ी से बनी वस्तुएँ एक ही सामग्री हैं। इसी प्रकार की वस्तुएँ एक ही सामग्री से बनी हैं।

(ग) बड़े दस्तुएँ एक में अधिक सामग्रियों से बनी होती हैं। उदाहरण के लिए, पेंसिल, जिसमें गुम मिश्रित हो, मखड़ी व गीने में बनाई जाती है, पाउडर पेन बनाने में प्लैस्टिक, पॉन्च का लोहे का उपयोग किया जाता है।

**पदार्थ :**

अनेक निरीक्षण द्वारा हम अब यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि भिन्न-भिन्न वस्तुएँ एक या अनेक सामग्रियों से बनती हैं। इन सामग्रियों को हम पदार्थ (Substance) कहेंगे।

विभिन्न पदार्थों को उनकी अपनी विशेषताओं द्वारा पहचाना जाता है। अलग-अलग पदार्थों से बनी होने के अतिरिक्त हमारे चारों ओर पाई जाने वाली वस्तुएँ आकार तथा रूप में भी भिन्न होती हैं। यद्यपि, पदार्थों और उनमें बनी वस्तुओं में विभिन्नताएँ होती हैं लेकिन सभी वस्तुओं में दो समान विशेषताएँ अवश्य होती हैं।

1. वे स्थान घेरती हैं।

2. सब में सहज होती हैं।

उपरोक्त वर्णन से अब हम इस निष्कर्ष पर पहुँचते हैं कि सब पदार्थ और वस्तुएँ किसी ऐसी सामग्री से बनी हैं जो स्थान घेरती है और सहज युक्त है। इसे ही हम द्रव्य कहते हैं।

सब प्रकार के पदार्थ द्रव्य के ही अनेकों रूप हैं। ये सभी वस्तुएँ इन्हीं पदार्थों के योग से बनी हैं।

### 1.3 द्रव्य की सरचना

द्रव्य से बने पदार्थों और वस्तुओं के अनेक रूप होते हैं और उनके गुणों में परिवर्तन हो सकता है। इस प्रकार के परिवर्तन प्रकृति या मनुष्य, दोनों ही कर सकते हैं। हम कोयले को जला सकते हैं जिससे राख प्राप्त होती है। राख के गुण कोयले से भिन्न हैं। अतः यह प्रश्न उठता है कि पदार्थों के गुण भिन्न क्यों होते हैं? हम प्रश्न के प्रश्न प्रारम्भ से ही मनुष्य के सामने आए। इनके उत्तर प्राप्त करने की विधियाँ, उत्तर और उनसे प्राप्त ज्ञान का आदान-प्रदान, विचारकों की विचारधारा, उनके देश की संस्कृति और समय के अनुसार बदलते रहे।

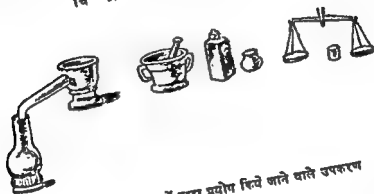
प्राचीन काल में वर्षा, सूफान, बाग, सन्नामक रोगों जैसी घटनाओं से सङ्घटित ज्ञान प्राकृतिक कारणों से साधारण प्रेक्षण पर ही आधारित होता था। ऐसी घटनाओं का कारण देवी-देवताओं, भूत-प्रेतों, जादू और ग्रहों, आदि का प्रभाव समझा जाता था। यद्यपि उन दिनों भी बुनने, रंगने, दवाईयों, प्रसाधन-सामग्री, तावा, सोना, चादी, लोहा, लोहा, आदि धातुओं को साफ करने की विद्या और कौशल का विकास हो चुका था और इनमें रसायन का उपयोग भी होता था, फिर भी रसायन के ज्ञान और अध्ययन पर रहस्य, अन्धविश्वास तथा पिता से पुत्र तक ही की भावनाओं का आवरण पड़ा हुआ था।

यूरोप में ईसा के लगभग 1500 वर्ष बाद तक रसायन (पदार्थों के गुणों और उनमें होने वाले परिवर्तनों) के सम्बन्ध में ज्ञान का प्रयोग सीमा सीमा तक होता था और ऐसे रसायन प्राप्त किया जा





1.1—कार्यरत कीमियागर



चित्र 1.2—कीमियागरी द्वारा प्रयोग किये जाने वाले उपकरण

चित्र 1.2—कौमियागरी द्वारा प्रयोग किए जाने वाले उपकरण

गणद्वयी, अष्टादशवी और उन्नीसवीं शताब्दी में (यह समय यूरोप की प्रगतिशील शक्तियों का उदय था) यूरोपीय संघों में प्रचलित साम्यवादी तथा विचारों ने अग्रणी भूमिका निभाई। यह समय की सभी साम्यवादी और आन को चुनौती दी गई। प्राङ्गिक शक्तियों तथा अन्तर्गत विचारों तथा सोशलिस्ट आन्दोलनों को माना गया कि वह नीतिगत दृष्टियों द्वारा उन समय की सभी साम्यवादी और आन को चुनौती दी गई। प्राङ्गिक शक्तियों को नीतिगत दृष्टियों से आन व अन्वेषण का आधार केवल उन्नीसवीं शताब्दी के आन की वैज्ञानिक दृष्टियों द्वारा समझने की उम्मीदना प्रत्येक क्षेत्र में आन उठी। इनके परिणामस्वरूप ही आन की वैज्ञानिक प्रगति और दृष्टिकोण का विस्तार हुआ।

1-4 वैज्ञानिक विधि क्या है ?

उत्पत्ति और वृद्धिकोण का विभाग हुआ ।  
वैज्ञानिक विधि क्या है ?  
वैज्ञानिक जाँचने के लिए कोई कई विधय प्रकृता संश्रय तो करी होने किनु विनिगम,  
रीतिगम तथा प्रान्त ताम्ही की तथेनुग विवेचना का एक प्रकय विरामर बनना रहता है । इन प्रविता

के कुछ मुख्य धरण समझाने के लिए हम 'वस्तुएं क्यों जलती हैं' जैसी रोचक खोज का उदाहरण लेते हैं।

वस्तुओं के जल जाने की क्रिया ने मानव का ध्यान आदि काल से ही आकर्षित किया है। सग-भग पाँच सहस्र वर्ष पूर्व भारतीय दार्शनिकों ने अग्नि को समस्त विश्व को रखने वाले पाँच प्रमुख तत्वों में से एक माना था।

हम में ॥ बहुत से छात्रों ने दिल्ली में कुतुब मीनार के निकट सीह स्तम्भ देखा होगा। यह ईसा ॥ सत्रमग 400 वर्ष पूर्व बनाया गया था। 2300 वर्ष तक धूप और वर्षा में रहने पर भी स्तम्भ के इस्पात में कहीं जंग नहीं लगा है। यह प्राचीन भारतीयों के धातु-कर्म का उत्कृष्ट नमूना है। यदि हमारे देश में विज्ञान-शिक्षा व अनुसंधान, वैज्ञानिकों के ज्ञान का आदान-प्रदान होता रहता तो आज धातु-कर्म की इस प्रणाली का न जाने कितना विकास हो गया होता। लेकिन पिता से पुत्र तक ही की प्रवृत्ति से शनः शनः यह ज्ञान लुप्त होता गया। आज भी संसार के वैज्ञानिकों के लिए इस्पात का इतना उत्कृष्ट नमूना पहली बना हुआ है।



चित्र 1.3—सीह स्तम्भ

ईसा मे 776 वर्ष पूर्व गेबोर (Gebor) ने सम्भवतः ज्वालामुखी विस्फोट के समय की उत्पत्ति के कारण यह धारणा प्रस्तुत की कि सभी दहनशील पदार्थ 'एक ज्वलनशील तत्व' गंधक के कारण जलते हैं। इसके कई सौ वर्षों पश्चात् बेकर (Böcher, 1667) ने गेबोर की धारणा की जाँच की। उन्होंने पाया कि सभी दहनशील पदार्थों में गंधक विद्यमान नहीं थी। अनपेक्ष इन्होंने ज्वलनशील तत्व 'टैरापिम्बरा' की कल्पना की। स्टाहल (Stahl, 1660-1724) ने दहन के लिए आवश्यक बलिण 'ज्वलनशील तत्व' का नाम 'फ्लोजिस्टन' दिया। उन्होंने धातुओं को वायु में भूनने पर उनके भस्म में परिवर्तित होने की फ्लोजिस्टन का बाहर निष्काशन माना।

धातु — फ्लोजिस्टन = भस्म

इस विचार के अनुसार यह सोचना तर्क संगत था कि भस्म के पुनः धातु प्राप्त करने के लिए धातु की क्रिया फ्लोजिस्टन युक्त पदार्थ में कराई जाय।

कार्बन के सरलतापूर्वक जल गंधने के कारण उसे फ्लोजिस्टन के भरपूर माना गया। भस्म को कार्बन के साथ गर्म करके धातु की प्राप्ति की सफलतापूर्वक समझाया जा सका।

भस्म (फ्लोजिस्टन रहित) + कार्बन (फ्लोजिस्टन युक्त) = धातु (फ्लोजिस्टन युक्त)  
+ गंध (फ्लोजिस्टन रहित)

इस प्रकार दहन क्रिया ने राष्ठीकरण की 'फ्लोजिस्टन विज्ञान' के रूप में प्राप्ति मिल गई। किन्तु कुछ अन्य प्रयोगों के अनुसार दहन क्रिया के लिए वायु की उत्पत्ति की अतिरिक्त कोई भी नहीं।

कारण इस सिद्धान्त में यह भी सम्मिलित कर लिया गया कि दहन क्रिया में फ्लोजिस्टन को  
 करने के लिए किसी माध्यम की आवश्यकता भी होती है। इसके अतिरिक्त जे. रे (J. Rey,  
 160) द्वारा ज्ञात तथ्य 'घातु से भरम बनते समय भार में वृद्धि हो जाती है' को समझने के लिए  
 क अस्मभव सी यह कल्पना भी करनी पड़ी कि फ्लोजिस्टन का भार श्वात्मक होता है।  
 इसके विपरीत यह भी ज्ञात था कि कार्बन के जलकर राख बनने पर भार में वृद्धि न होकर कमी हो  
 जाती है इससे एक ऐसी असंगति सम्मुख आ गई कि जिसे फ्लोजिस्टन सिद्धांत में कोई भी परिवर्तन  
 करने पर भी दूर करना संभव न रहा क्योंकि इसके लिए यह मानने के अतिरिक्त कि फ्लोजिस्टन का  
 भार विभिन्न पदार्थों के लिए श्वात्मक व घनात्मक होता है, अन्य कोई भी सम्भावना न बची।  
 यह तनिक भी तर्क संगत नहीं था। दहन क्रिया के समय वायु के कार्य को फ्लोजिस्टन के लिए  
 लेवोसिये (Lavoisier, 1744) ने एक S आकार के रिटोर्ट में पारा लिया। रिटोर्ट का घुला मुख



चित्र 1.4—लेवोसिये ने देखा कि  
 “छोटे-छोटे लाल कण पारे की  
 सतह पर तैर रहे हैं....”

### एण्टोनी लारेन्ट लेवोसिये (1743-1794-क्रांतिसी)

जीवन काल में ही लेवोसिये ने भौतिक विज्ञान के  
 अध्ययन हेतु, विविध विषय को त्याग दिया। उनके मातृशाला  
 अध्ययनों के कारण ही उन्हें “आधुनिक रसायन विज्ञान के  
 पिता” की संज्ञा दी गई है। “करमे जनरेल” नामक संस्था,  
 जो लवण, तम्बाकू एवं आपात कर शुल्क लेती थी, के  
 सवस्थ होने के कारण फ्रांस की क्रांति के दिनों उन्हें देश-  
 छोड़ी घोषित करके उनका पद हटा दिया गया।

पारे में भरी झोणिका (Trough) में डूबा हुआ था और इस पर एक प्रतिच्छादक (Bell Jar)  
 रखा था। लेवोसिये ने झोणिका में पारे के पूर्व घरातल पर बिजुल लया तथा रिटोर्ट को कोयले  
 की अगोठी पर बसबनाक में कुछ कम ताप पर गर्म किया। आगे के प्रयोग का वर्णन स्वयं लेवोसिये  
 ने गान्ठों में ही सुनिये।

“पहले दिन कुछ भी नहीं हुआ—दूसरे दिन मैंने देखा कि छोटे लाल रंग के कण पारे की  
 सतह पर तैर रहे थे। वे गरमा और आपनन में चार पांच दिनों में बढ़ गये। फिर ये बढ़ने  
 बन्द हो गये और उनी दमा में रहे। बारह दिन के बाद यह देखकर कि पारे में निम्नताप में  
 कोई भी वृद्धि नहीं हो रही है मैंने आम बुराा दी।”

कारणों से उन्होंने निम्नलिखित निरीक्षण अंकित किये :-

1. प्रयोग के आरम्भ में रिटोर्ट में वायु का आयतन = 50 घन इंच
2. प्रयोग के पश्चात् रिटोर्ट में बची हुई वायु का आयतन = लगभग 42 या 43 घन इंच

3. इस बची हुई वायु के गुण—यह ज्वलती हुई मोमबत्ती की ज्वाला को बुझा देती है व इस गैस में सुरल्ल ही चूहे का दम घुट जाता है।

इस बची हुई गैस का नाम उन्होंने एजोट रखा (काम में अब भी इसे एजोट ही कहते हैं)।

इस प्रयोग से लेवोसिये ने निम्न निष्कर्ष निकाले—

1. रिटोर्ट की वायु का लगभग 1/6 भाग ही गर्म करने पर पारे द्वारा उपयोग करने पर साल कण बने।

2. बची हुई वायु प्राणनाशक थी।

अब उन्होंने इन साल कणों वाले चूर्ण को एकत्र करके दूसरे पात्र में गर्म किया तथा निम्न निरीक्षण अंकित किये।

1. इससे लगभग 7 या 8 घन इंच गैस प्राप्त हुई। (प्रथम प्रयोग में वायु में से यही आयतन शोषित हुआ था।)
2. प्राप्त गैस के गुण—इसमें सुलभता हुई तीली तीव्रता से जल उठती है तथा इससे चूहे का दम नहीं घुटता।

उन्होंने इसका नाम पहले 'प्राण वायु' रखा, बाद में इसे आक्सीजन कहा।

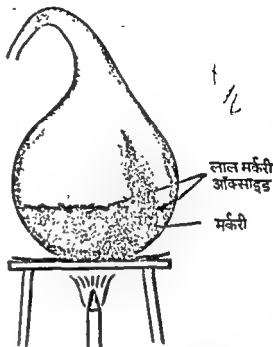
इन प्रयोगों के परिणामों के आधार पर दहन क्रिया के विषय में निम्न स्पष्टीकरण प्राप्त हुए—

1. वायु में दो भिन्न गैसें होती हैं (आक्सीजन तथा नाइट्रोजन)।

एक तो दहन में सहायक है तथा दूसरी दहन क्रिया को रोकती है।

2. दहन क्रिया के समय केवल आक्सीजन धातु में संयोग करती है।

परिणामस्वरूप 'फ्लोजिस्टन' की कल्पना अनावश्यक हो गई तथा 'फ्लोजिस्टन मिद्वान्त' को उनकी असंगतियों के कारण त्याग दिया गया।



चित्र 15—पारे को गर्म करके सुम भी लेवोसिये द्वारा वर्णित छोटे-छोटे साल कण बना सकते हैं।



लिए ज्ञानेन्द्रियो का प्रयोग करके तुमने अपने प्रेक्षणों को सारणी के रूप में सुव्यवस्थित ढंग से अंकित किया होगा। सारणी में साधारण परीक्षणों तथा गुणों की सूची कुछ उदाहरण देते हुए दी गई है।

### सारणी 1.1

परीक्षण की विधि	सम्भावित प्रेक्षण	विशेष नाम	उदाहरण
1. देखकर			
(अ) अवस्था	ठोस, घ, गैस		
(ब) रंग	विशेष रंग युक्त, रंगहीन		
(ग) आकार	गुह्रील, चमकदार व किनारेदार कण, कोई नियमित आकार नहीं	क्रिस्टलीय (Crystalline), अक्रिस्टलीय (Amorphous)	फिटकरी, चीनी, नीला घोया, मोम, चूना, कपूर।
(द) पारदर्शता	आरपार स्पष्ट दीयता है आरपार धुंधला दीयता है आरपार नहीं दीयता है	पारदर्शी (Transparent) पारभागर (Transluscent) अपारदर्शी (Opaque)	काँच, जल चिकनाई लगा साधारण कागज, पिपा हुआ काँच पत्थर, लकड़ी
2. छूकर	बठोर, मुलायम, चिकना, खुरदरा, सूखा, गीला चिपचिपा/गाढा/धीरे बहने वाला	इयान (Viscous)	गाम्भोज, शर्करा
3. सूँघकर	गन्धयुक्त (सीखी, बीछी) गन्धहीन		
4. चमकाने (अध्यापक जी की गलाह लेकर क्योंकि पदार्थ विपला हो सकता है)	स्वादयुक्त (मीठा, खट्टा) स्वादहीन		
5. हथोड़ी से पीटने पर	टुकड़े-टुकड़े हो जाता है, चँच- कर चट्टक के रूप में आ जाता है	अमृ (Brittle) आकारान्तर्य (Malleable)	गन्ध लोहा, सोना
6. खींचने व मोड़ने पर	भुड जाता है किन्तु छोटने पर पूर्व रूप में आ जाता है भुड जाता है किन्तु छोटने पर पूर्व रूप में नहीं आता तार खींचे जा सकता है	प्रसार्य (Elastic) आनय (Pliable) लव्य (Ductile)	रबर रस्सा, रस्सा लोहा, रस्सा

रीक्षण की विधि	सम्भावित प्रेक्षण	विशेष नाम	उदाहरण
7. हवा में धुला छोड़ने पर	मीला हो जाता है	प्रस्रवेद (Deliquescent)	कॉस्टिक सोडा
8. गर्म करने पर	गुथ जाता है व सफेद परत जम जाती है पिपलता है नहीं पिपलता है बिना पिपले गैस बन जाता है।	उत्पुल्ल (Efflorescent)	सोडियम कार्बोनेट
9. जलाने पर	शनसनाहट के साथ भाप निकल कर परपन्नती के ऊपरी भाग पर एकत्र होती है विच्छेदित हो जाते हैं जल जाता है नहीं जलता	ऊर्ध्वपातन (Sublimation) क्रिस्टलीय जल देता है ज्वलनशील (Combustible) अज्वलनशील (Non-combustible)	नीसादर नीना घोया
10. जल (अथवा अन्य द्रवों) में घोलने पर	धुँआँ देकर जलता है ज्वाला की विशेष रंग प्रदान करता है धुलकर अदृश्य हो जाता है धुलकर कुछ अदृश्य हो जाता है	विलेय (Soluble)	नीसादर, नीला घोया, कॉस्टिक सोडा आयोडीन
11. लिटमस पर प्रभाव	बिलकुल नहीं घुलता है जलीय विलयन नीले को लाल बना देता है जलीय विलयन लाल को नीला बना देता है जलीय विलयन पर कोई प्रभाव नहीं होता	आंशिक विलेय (Partially soluble) अविलेय (Insoluble) अम्लीय (Acidic) क्षारीय (Alkaline) उदासीन (Neutral)	जिक (जस्ता) नमक तथा गंधक का अम्ल, नीसादर कॉस्टिक सोडा तथा सोडियम कार्बोनेट नमक

परीक्षण की विधि	सम्भावित प्रेक्षण	विशेष नाम	उदाहरण
12. विद्युत प्रवाहित करने पर	ठोस अवस्था में विद्युत परिचालन करता है	सुचालक है	जिंक, लोहा, कार्बन
	ठोस अवस्था में विद्युत परिचालन नहीं करता है	कुचालक है	शुद्ध, आयोडीन, गंधक
	जलीय अवस्था में विद्युत परिचालन करता है	विद्युत विश्लेष्य	नमक, नोमादर, अम्ल
	जलीय विलयन अवस्था में विद्युत परिचालन नहीं करता है	विद्युत अविश्लेष्य	सिट्रट, बेजीन

अपनी कक्षा या प्रयोगशाला में (सुविधानुसार स्वयं परीक्षण करके तथा अध्यापक जी द्वारा प्रदर्शित प्रयोगों के समय ध्यान पूर्वक निरीक्षण करके) निम्न पदार्थों के गुणों को अपनी प्रयोगशाला पुस्तिका में सारणी 1.2 के नमूने के अनुसार अंकित करो :—

(1) सोडियम क्लोराइड (2) कॉपर सल्फेट (3) पोटैशियम ऐलम (4) अमोनियम क्लोराइड (5) सोडियम कार्बोनेट (6) गंधक (7) फेरम सल्फेट (8) पोटैशियम नाइट्रेट तथा सारणी 1.3 में दिये गये अन्य पदार्थ ।

#### आयोडीन का अध्ययन

#### सारणी 1.2

प्रयोग	निरीक्षण	परिणाम
1. देखने से		
(1) रंग	गहरा बैंगनी वाला चमकदार	
(2) अवस्था	ठोस	चमकदार गहरा बैंगनी काले रंग का ठोस क्रिस्टलीय पदार्थ
(3) आकार	क्रिस्टलीय	
2. छूने से	कड़ी, सूखी, उगली पर धूर धाग बन जाता है	सूखा, कड़ा व खुराक पर दाग डालने वाला
3. मूँघने से	विशिष्ट तीव्र मृदापक गंध	विशिष्ट तीव्र गंध
4. धरल में बूटने पर	महीन चूर्ण बन जाता है	धूर
5. जल में डालने पर	नीचे बैठ जाता है और हल्का धूरा रंग देता है	जल में अन्य द्रव्य व जल में अधिक घुलता है
6. पोटैशियम आयोडाइड के विलयन में डालने पर	घुल जाता है	पोटैशियम आयोडाइड के विलयन में द्रव्य
7. कार्बन डाइऑक्साइड में डालकर हिलाने से	घुल जाता है	कार्बन डाइऑक्साइड में घुल जाता है
8. परछनली में गर्म करने पर	बिना पिघले बैदनी दैस में परिवर्तित हो जाता है । पर रंग परछनली के ऊपरी भाग में पुन छोटे-छोटे कणों के रूप में एकत्र हो जाती ॥	ऊर्ध्वगमन की विधि होती है



को विधि  
हवा में घुलना  
छोड़ने पर

सम्भावित प्रेक्षण  
नीला हो जाता है

मृग्य जाता है बगैरे ध्वज जम  
जाती है

रिपटना है

नहीं रिपटना है

बिना रिपटने दैग बन जाता है।

सनमानाइट के नाथ भाग निक्कल  
बार परछनती के ऊनरी भाग  
पर एनत्र होती है  
विच्छेदित हो जाने है  
जल जाता है

विलेय भाग

प्रम्वेद

(Deliquescent)

उत्पुन्य

(Efflorescent)

उदाहरण

कॉस्टिक सोडा

गोडियम कार्बोनेट

नीमादर

नीला घोषा

ऊर्ध्वपातन

(Sublimation)

क्रिस्टलीय जल

देता है

9. जलाने पर

नहीं जलना

ज्वलनशील

(Combustible)

अज्वलनशील (Non-combustible)

धुंझी देकर जलता है  
ज्वाला को विनोय रूप प्रदान  
करता है

घुलकर अदृश्य हो जाता है

10. जल (अथवा अन्य  
द्रवों) में घोलने  
पर

घुलकर कुछ अदृश्य हो जाता है

विलेय

(Soluble)

नीमादर, नीला  
घोषा, कॉस्टिक  
सोडा  
आयोडीन

विलकुल नहीं घुलता है

आंशिक विलेय  
(Partially  
soluble)

अविलेय

(Insoluble)

अम्लीय

(Acidic)

क्षारीय

(Alkaline)

बिक (जस्ता)

नमक तथा गंधक  
का अम्ल, नीमादर,  
कॉस्टिक सोडा  
तथा सोडियम  
कार्बोनेट

11. निट्रमस पर  
प्रभाव

जलीय विलयन नीले को लाल  
बना देता है  
जलीय विलयन लाल को नीला  
बना देता है

जलीय विलयन पर कोई प्रभाव  
नहीं होता

उदासीन

क्रमांक	पदार्थ का नाम	गुण	विशेष गुण
10.	मैग्नीशियम	टोस, श्वेत, चमकदार, कठोर, आघातवर्ध, तन्य, जलने पर नेत्र प्रकाश देता है और मन्द रात्र रह जाती है, जलना हुआ मैग्नीशियम कार्बन डाइऑक्साइड से कार्बन को पुनर्क कर देता है ।	
11.	नाइट्रिक अम्ल	द्रव, रंगहीन, जल में पूर्ण विलेय, गरम करने पर भूरे रंग की गैस देता है । मैग्नीशियम और मैग्नीज धातुओं के साथ प्रायः नाइट्रोजन के आक्साइड बनाता है ।	
12.	फॉस्फोरिक एसिड	टोस, चमकीला बेंगनी, क्रिस्टलीय, भगुर, विलेय ।	
13.	फॉस्फोरिक नाइट्रेट	टोस, श्वेत, क्रिस्टलीय, पारभासक, जल में विलेय, विलयन का ताप कम हो जाता है, गरम करने पर विघटित है ।	
14.	गन्धक	टोस, हल्का पीला, क्रिस्टलीय, अपारदर्शी, कोमल, विशिष्ट गन्धयुक्त, भगुर, गर्म करने पर विघटित जाता है और अधिक गर्म करने पर उबलने लगता है ।	
15.	सोडियम कार्बोनेट	टोस, श्वेत, क्रिस्टलीय, भगुर, जल में विलेय, क्षारीय पदार्थ ।	
16.	सोडियम क्लोराइड या साधारण नमक	टोस, श्वेत, क्रिस्टलीय, पारभासक, कड़ा, भगुर, जल में विलेय, आद्रताग्राही ।	
17.	कार्बिक सोडा	टोस, श्वेत, क्रिस्टलीय, जल में विलेय, घुलने पर ऊष्मा पैदा करता है, त्वचा पर घाव पैदा कर देता है, हवा से कार्बन डाइऑक्साइड को सोख लेता है, जस्त, टिन, एल्यूमिनियम, आदि के साथ गरम करने पर हाइड्रोजन गैस निकलती है ।	
18.	सल्फ्यूरिक अम्ल	द्रव, रंगहीन, जल के सम्पर्क में आने पर ऊष्मा उत्सर्जित होती है, तनु सल्फ्यूरिक अम्ल जस्त और मैग्नीशियम के साथ हाइड्रोजन गैस देता है, सोडियम कार्बोनेट के साथ कार्बन डाइ ऑक्साइड गैस देता है जो घुलने के पानी को दूधिया कर देती है ।	
19.	जस्त	टोस, श्वेत, क्रिस्टलीय, कठोर अपारदर्शी, चमकदार,	

पुस्तक का नाम

५५५

पदार्थ का नाम

---

नीलामर (Ammonium Chloride) रोग, स्वेद, बिजली, मंगलीन, मसाला, मुरगा, मंगूर, घास, जल में विघटित, ऊर्ध्वगामी, विषम विषम, अम्लीय पदार्थ है।

---

अमोनियम हाइड्रॉक्साइड हा, संगहीत, साधारण है।  
(Ammonium Hydroxide) शीत वायु विरघ्नी है।  
ये दो, अम्लवर्णीय, आगवर्ती, संक्षीप्त, स्वादहीन  
हैं।

चूना (Calcium Carbonate)

तपूर (Camphor)

नीला पोंषा (Copper Sulphate)

फिटकरी  
(Alum)

हृदय बमिंग

(Ferrous Sulphate)

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल  
(Hydrochloric  
Acid)

9. आयोडीन  
(Iodine)

क्रमांक	दवायें का नाम	गुण	विशेष गुण
10.	मैंगनीजियम	ठोस, श्वेत, चमकदार, कठोर, आपानवर्धक, तन्व, जलने पर नेत्र प्रकाश देता है और मन्देद राग रह जाती है, उनका हुआ मैंगनीजियम कार्बन डाइऑक्साइड से कार्बन को दहन कर देता है ।	
11.	माइट्रिक अम्ल	द्रव, रंगहीन, जल में पूर्ण विलेय, गरम करने पर भूरे रंग की गैस देता है । मैंगनीजियम और मैंगनीज धातुओं के साथ प्रायः हाइड्रोजन के ऑक्साइड बनाता है ।	
12.	पोटेशियम परमैंगनेट	ठोस, चमकीला बैंगनी, क्रिस्टलीय, भंगुर, विलेय ।	
13.	पोटेशियम नाइट्रेट	ठोस, श्वेत, क्रिस्टलीय, पारभासक, जल में विलेय, विलयन का ताप कम हो जाता है, गरम करने पर पिघलता है ।	
14.	गन्धक	ठोस, हल्का पीला, क्रिस्टलीय, अपारदर्शी, कोमल, विशिष्ट गन्धयुक्त, भंगुर, गर्म करने पर पिघल जाता है और अधिक गर्म करने पर उबलने लगता है ।	
15.	सोडियम कार्बोनेट	ठोस, श्वेत, क्रिस्टलीय, भंगुर, जल में विलेय, क्षारीय पदार्थ ।	
16.	सोडियम क्लोराइड या साधारण नमक	ठोस, श्वेत, क्रिस्टलीय, पारभासक, कड़ा, भंगुर, जल में विलेय, आर्द्रताग्राही ।	
17.	कार्बिक सोडा	ठोस, श्वेत, क्रिस्टलीय, जल में विलेय, बुलने पर ऊष्मा पैदा करता है, खटाव पर घाव पैदा कर देता है, हवा से कार्बन डाइऑक्साइड को सोख लेता है, जस्त, टिन, एल्यूमिनियम, आदि के साथ गरम करने पर हाइड्रोजन गैस निकलती है ।	
18.	सल्फ्यूरिक अम्ल	द्रव, रंगहीन, जल के सम्पर्क में जाने पर ऊष्मा उत्सर्जित होती है, तनु सल्फ्यूरिक अम्ल जस्त और मैंगनीजियम के साथ हाइड्रोजन गैस देता है, सोडियम कार्बोनेट के साथ कार्बन डाइऑक्साइड गैस देता है जो घूने के पानी को दूधिया कर देती है ।	
19.	जस्त	ठोस, श्वेत, क्रिस्टलीय, कठोर अपारदर्शी, चमकदार, भंगुर ।	

क्र.	नाम	रग	वर्गीकरण	प्रयोग	अन्य विवरण
1.	Alum	...	✓	✓	...
2.	Ammonium Chloride	...	...	...	...
3.	Ammonium Hydroxide	...	...	✓	...
4.	Ammonium Carbonate	...	...	✓	...
5.	Calcium Carbonate	...	✓	✓	...
6.	Calcium Phosphate	...	✓	✓	...
7.	Copper Sulphate	...	✓	✓	...
8.	Ferrous Sulphate	...	✓	✓	...
9.	Hydrochloric Acid	...	✓	✓	...
10.	Iodine	...	...	...	...
11.	Magnesium Nitric Acid	...	✓	✓	...
12.	Potassium Permanganate	...	✓	✓	...
13.	Potassium Nitrate	...	✓	✓	...
14.	Sulphur	...	...	...	...
15.	Sodium Carbonate	...	...	✓	...
16.	Sodium Chloride	...	...	✓	...
17.	Sodium Hydroxide	...	...	✓	...
18.	Sulphuric Acid	...	✓	✓	...
19.	Zinc	...	...	...	...

नम्बर	नाम	घिपलता घुलता है	उत्पातित होता है	लाल का प्रभाव रंग बदल जाता है	गुडरी देता है	रंगीन हो जाती है	चमकील	भागीय	योग परमाणु में १११ है	१११ है
1.	Alum	✓	...	✓	...	...	✓	...	...	✓
2.	Ammonium Chloride	...	✓	...	...	...	✓	...	...	✓
3.	Ammonium Hydroxide	...	...	...	...	...	...	✓	...	✓
4.	Calcium Carbonate	...	...	...	✓	✓	...	✓	...	✓
5.	Camphor	...	✓	✓	✓	✓	...	...	...	...
6.	Copper Sulphate	...	...	✓	...	✓	✓	...	...	✓
7.	Ferrous Sulphate	...	...	✓	...	...	✓	...	...	✓
8.	Hydrochloric acid	...	...	...	...	...	✓	...	...	✓
9.	Iodine	...	✓	...	...	...	...	...	...	...
10.	Magnesium	...	...	...	✓	...	...	...	✓	...
11.	Nitric Acid	...	...	...	...	...	...	...	...	...
12.	Potassium Permanganate	...	...	...	✓	...	✓	...	...	✓
13.	Potassium Nitrate	...	...	...	...	✓	...	...	...	✓
14.	Sulphur	✓	...	...	...	...	...	...	...	✓
15.	Sodium Carbonate	...	...	...	✓	...	...	...	...	...
16.	Sodium Chloride	...	...	...	...	✓	...	✓	...	✓
17.	Sodium Hydroxide	...	...	...	...	✓	...	...	...	✓
18.	Sulphuric Acid	...	...	...	...	...	✓	...	...	✓
19.	Zinc	✓	...	...	...	...	...	...	✓	...

सारणी 1.4

नम्बर	नाम	रंग	वनावट निश्चितीय- अनिश्चितीय	उबलवा ठोस	मुलायम वाष्प देकर जाता है	मज कर में	पुनर्जनन प्रत्य विभाजकों में	सार उल्लेख होता है	ठोस हो जाता है
1.	Alum	...	✓	...	...	✓	...	...	...
2.	Ammonium Chloride	...	✓	✓	...	...	...	...	...
3.	Ammonium Hydroxide	...	...	✓	...	✓	...	...	...
4.	Ammonium Carbonate	...	...	✓	...	✓	...	...	...
5.	Calcium Carbonate	...	✓	...	...	✓	...	...	...
6.	Calcium Chloride	✓	✓	...	...	✓	...	...	...
7.	Campbor	✓	✓	...	...	✓	...	...	...
8.	Copper Sulphate	...	...	...	...	✓	...	...	...
9.	Ferrous Sulphate	...	...	...	...	✓	...	...	...
10.	Ferrous Sulphate	...	...	...	...	✓	...	...	...
11.	Hydrochloric Acid	...	✓	...	...	✓	...	...	...
12.	Iodine	✓	✓	...	...	✓	...	...	...
13.	Magnesium	...	...	...	...	✓	...	...	...
14.	Nitric Acid	...	✓	...	...	✓	...	...	...
15.	Potassium Permanganate	...	✓	...	...	✓	...	...	...
16.	Potassium Nitrate	...	...	...	...	✓	...	...	...
17.	Sulphur	...	✓	...	...	✓	...	...	...
18.	Sodium Carbonate	...	...	...	...	✓	...	...	...
19.	Sodium Chloride	...	...	...	...	✓	...	...	...
20.	Sodium Hydroxide	...	...	...	...	✓	...	...	...
21.	Sulphuric Acid	...	✓	...	...	✓	...	...	...
22.	Zinc	...	...	...	...	✓	...	...	...





1.7 गांवों 1.3 में गरिब पंक्तियों के लोगों में संरक्षण जानकारी तथा  
 गृह भाग है, गरिब हमारे व्यवस्थापन में रहने के लिए अंशदायी वर्गों में इन लोगों को तथा  
 गांवों 1.4 में गरिब पंक्तियों के लोगों में इनके लोगों को क्रमबद्ध किया है। हम और  
 वैज्ञानिक विधि के दूसरे चरण को ध्यान में रखकर (विशेष अनुसार उत्पन्न जानकारी को  
 व्यवस्थापित किया जाता है तथा नियमितताओं को बढ़ा जाता है) लोगों के आधार पर पंक्तिगत  
 करते हैं।

1. उनका जन्म एक गरीब परिवार में हुआ था।

[illegible]

—मार्गशी 1.3 में उपलब्ध जिनके प्रतिमुक्त सामाजिकरण छाटिये तथा अपने चुनावों में प्रदर्शित करते हैं।

2. शारीरिक पदार्थ छूने में साबुन के घोल का प्रयोग करें।
3. शारीरिक पदार्थ छूने में साबुन के घोल का प्रयोग करें।

6. ऊर्ध्वपाती पदार्थं क्रिस्टलायं तु

टिप्पणी—

.....  
.....  
.....  
.....  
.....

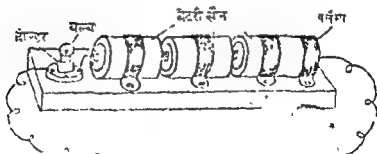
.....

- .....
- .....
- .....
- .....
- .....
- .....

.....  
.....  
.....  
.....

.....

- (\*) .....  
.....
- (\*\*) .....  
.....



वर यथाश्रो । जिस पदार्थ की परीक्षा करनी है उसे गिरो अब व के बीन ग्यों । बरत के जलने अथवा न जलने के अनुसार यमनः परिणालता व कुमान्यता का निर्णय करो ।

गुणितो की पहचान व तानोही तायों के लिए मापप्रिया की कठोरता के विषय में सुनिश्चित ज्ञान की आवश्यकता है । इसके लिए दो मानक—मोटा नाप व नूप नाप—हैं, जिन्हें मापनी 1.5 में अंकित किया गया है ।

वैश्वविद्यालयों में हमेशा ऐसे मानकों का प्रयोग करते हैं जिनके गुण तुलनात्मक दृष्टिकोण से स्थिर हों तथा वे आसानी से प्राप्त हों । वहाँ न हम अपने निरीक्षणों के लिए पदार्थों की कठोरता की जाचने के लिए एक सरल उपकरण मजूपा का निर्माण करे तथा इसमें मजबूत पदार्थों को मोटा व नूप के मानकों में अलगावित (calibrate) करले ।

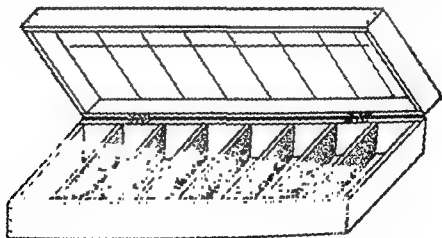
कुछ सामान्यतः प्राप्त हो जाने वाले पदार्थों, जैसे -

(1) ताँबा, (2) पॉप, (3) स्टील, (4) सोडा, (5) लेड, (6) टिन, (7) सोप, (8) स्लेट पावर, (9) ग्रेजिया (10) टर्टी हर्ड पॉलिशेन फूमिल का टुकड़ा, (11) ताँबा आदि ।

सारणी 1.5

मानक टाला गीमेन्ट चौड़ी जस्ता ताँबा निविल कीच चकमक सोमियम एल्यू- सिनिकन हीरा					का पत्थर					पत्थर					मिनियम काबोडट				
मोह नाप 1	2	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	10				
नूप नाप -	32	62	119	163	557	530	820	935	2100	2480	7000								

ज्ञात करने की सामान्य विधि खरोच परीक्षण (Scratch Test) द्वारा इनके कड़ाई के क्रम ज्ञात करो । इसके लिए पहले कोई दो पदार्थ लेकर उनसे एक दूसरे पर लाइन डालो । अधिर



चित्र 1.7—कठोरता के क्रम से पदार्थों को रखने का डिब्बा तथा सबका विस्तारण

पठोग पदार्थ अपेक्षाकृत मुदायम पदार्थ पर नाज़ डाल गयेगा। तबोग पदार्थ पर कोई चिन्तन न बन पाएगा। इनमें से एक के साथ तीसरे पदार्थ को लेकर सही क्रिया दोहराओ। इन प्रकार सभी पदार्थों को परस्पर रख कर आपेक्षित तबोगता वा निर्णय करो। पेशित रखने ता एक स्थानी दिव्या वा दृश्ये मिलने-जुलने किसी दिव्ये में गने की पन्त मोटकर छोटे खाने बनाओ तथा इनमें तबोगता के प्रमानसार लगाओ—

नाच | म्हात्र | मोहा | नाचा | टिन | मोगा | म्हेट | ग्रान्या | मोम

निय 15 के अनुसार अपनी उपकरण मंजूरा में नूतन व मोटे नाप दण्ड की मांगी  
नियरा हो।

इन समस्याओं के हल ढूँढ़ो—

मुझने जिन पदार्थों का अध्ययन किया है (गार्षा 13) उन्हीं में मैं कुछ की मिला कर पीम दिया गया मर्या जैसे विभिन्न मिश्रणों को परख नदियों में देकर उन पर लम्बर डाले गए। परखनदी 1 में जंग का रस डूबेन है। इसमें कौनसे पदार्थों के मिलने की सम्भावना नहीं

रागभङ्गी 2 में चूर्ण का रस पीना है।

बौलगा पदार्थं इमं मित्रा ज्ञाना मयश्च है ? इमे  
विम प्रकटत भव्य पदार्थो म तुषक चन्द वा प्रयत्न  
चन्द। आशिया ?

### अध्ययन प्रश्न

- [illegible]



## द्रव्य तथा उसकी आण्विक प्रकृति

प्रथम द्वाइ में यह निदर्शित किया गया था कि समार की प्रत्येक वस्तु विभिन्न पदार्थों की बनी होती है। यह समस्त पदार्थ 'द्रव्य' में बने होते हैं। द्रव्य निगी भी रूप अथवा अवस्था में क्यों न हो उसमें दो गुण अवश्य होते हैं :

द्रव्य स्थान घेरता है तथा उसमें सहति होती है।

विभिन्न पदार्थों में इन गुणों के अतिरिक्त अन्य विशिष्ट गुण विद्यमान होते हैं। जैसे कुछ पदार्थों का विलयन नीले निटमम को साग कर देता है, कुछ पदार्थ गर्म करने पर रंगहीन हो जाते हैं, कुछ जल में घुल जाते हैं, कुछ अपघुलनशील हैं, कुछ में निस्टल होते हैं, कुछ में नहीं, आदि, आदि। (मारणी 1 4 पृष्ठ 14-15)

पदार्थों में विशिष्ट गुण होने का क्या कारण है? इन गुणों में परिवर्तन कैसे हो जाते हैं? हम यहां इन प्रश्नों का उत्तर प्राप्त करने के लिए वैज्ञानिक विधि अपनायेंगे अर्थात् प्रयोगों व निरीक्षणों के आधार पर पदार्थों के गुणों के कारणों का अनुमान लगाकर इनकी सत्यता की परीक्षा करेंगे।

इस द्वाइ में इसी विधि का उपयोग करते हुए द्रव्य की बनावट एवं उसके प्रदर्शित गुणों के कारणों को समझाने के लिए कुछ प्रयोग किये गए हैं।

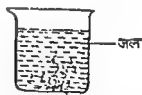
### 2.1 पदार्थ की रचना कैसे है?

प्रयोग 1—एक बीकर में जल लेकर कुछ समय के लिए रखकर इसे स्थिर हो जाने दो। अब हममें पोटेशियम परमैंगनेट के कुछ क्रिस्टल डालें। बीकर के जल तथा क्रिस्टल में होने वाले परिवर्तन अवलोकित करें—

अवलोकन—(1) क्रिस्टल को बीकर में डालने ही क्या परिवर्तन होता है?

(2) समय बीतने के साथ क्रिस्टल के आकार में क्या परिवर्तन होता है?

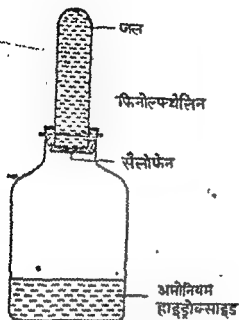
(3) कितने समय पश्चात् क्रिस्टल जल में अदृश्य हो जाते हैं?



पोटेशियम परमैंगनेट क्रिस्टल

चित्र 21—विलेय पदार्थ जल में घाट्य में कैसे होते हैं।

इस परीक्षण नली को 5 से 10% तक के अमोनियम हाइड्रोजेनसाइट के घोल में भर कर बोतल उल्ट दो। किन्तु 24 देखो। क्या फिनोल्फथेलेन के रंग में कोई परिवर्तन होता है ?



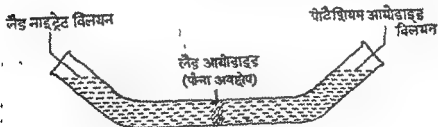
चित्र 2.4—निरंतर दिखाई देने वाले पदार्थ में भी छोटे-छोटे छेद होते हैं।

बोतल के ऊपर परीक्षण नलीका में गुलाबी रंग का बनना इस बात की ओर इंगित करना है कि फिनोल्फथेलेन को रंगीन करने वाले कुछ कण वहाँ तक पहुँच गये हैं। ये कणों में प्रवेश कर पाये ? इसमें स्पष्ट हो जाता है कि निरन्तर दिखाई देने वाली शिखरी में भी छोटे-छोटे छिद्र हैं जिनमें से अमोनिया के कण गुजर सकते हैं।

ये सभी परिणाम इस धारणा की पुष्टि करते हैं कि पदार्थ के कणों के मध्य रिक्त स्थान (space) होता है।

### 2.3 क्या पदार्थ के कण स्थिर रहते हैं ?

प्रयोग 5—समय 30 मिनट लम्बी काँच की नली को इससे दोनों सिरों में थोड़ा मोड़कर इसमें जल भर लो। इस रीतिज अवस्था में चित्र 2.5 के अनुसार लगाओ। नली के एक ओर पोटेशियम आयोडाइड व दूसरी ओर लैंड नाइट्रेट का एक-एक क्रिस्टल डालो। तुम देखोगे कि कुछ समय पर काल



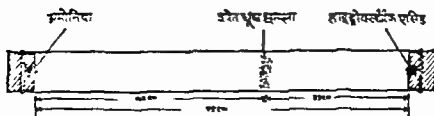
चित्र 2.5—पदार्थों के कण निरन्तर गतिशील रहते हैं।

नली के मध्य में एक पीला अवक्षेप बनने लगता है। (यह लैंड आयोडाइड के कारण बनता है। यह तुम एक परखनली में पोटेशियम आयोडाइड के विलयन में लैंड नाइट्रेट का विलयन डालने पर देख सकते हो।) लैंड नाइट्रेट व पोटेशियम आयोडाइड के कण किस प्रकार बिना हिलाए-टुनाए नली के बीच पहुँच गए ?

लैंड नाइट्रेट व पोटेशियम आयोडाइड की रासायनिक क्रिया नापृथक् प्रयोग देखो।

प्रयोग 6—समय एक मीटर लम्बी तथा एक सेमी व्यास की एक शुष्क नली लेकर इसके एक ओर अमोनियम हाइड्रोजेनसाइट में भीमी रुई तथा दूसरी ओर मादर हाइड्रोक्सीरिक अम्ल

अमोनिया की वजह से। नीचे के दोनों गिरों को बाँके में बन्द कर दो। कुछ समय पश्चात् तुम देखोगे कि नीचे के गिर में कुछ धुल का छल्ला बन गया है (चित्र 26)। इस नीचे को हिलाया नहीं है।



चित्र 26— $\text{NH}_3$  तथा  $\text{HCl}$  का विमर्श

मन्दा गिरे भी बन्द हैं। (अमोनिया तथा साइट हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की गमगमनित क्रिया द्वारा ध्वेत धुल उत्पन्न होता है)। छन्ने के बनने का कारण तुम जानते हो। इन छन्नों के मली के बीच में बनने में तुम बड़ा परिणाम निर्यात मचने हो? दोनों पदार्थों (हाइड्रोक्लोरिक अम्ल व अमोनिया) के क्या अवसर ही गतिशील है।

पिछले प्रयोगों में भी तुम अनुमान कर मचने हो कि फोटोगियम आयोडाइड तथा निड माइड्रेट के क्या मली के मध्य तक आते हैं। इसी प्रकार अमोनिया के सम्पर्क में न होने के उपरान्त भी फिनोल्फथेरीन के विलयन का क्या क्या परिवर्तन हुआ? इसमें भी यही सरोत मिलता है कि अमोनिया के क्या गतिमान है।

मैंने अनेक प्रयोगों के आधार पर पदार्थ के कणों के निरन्तर गतिशील रहने के अनुमान की पुष्टि होती है।

क्या ठोस अवस्था में भी पदार्थ के कण गतिशील रहते हैं? हमने उपरोक्त उदाहरणों में गैसों तथा ठोस पदार्थ का द्रव माध्यम में रखकर अध्ययन किया। इस अध्ययन के आधार पर ठोस पदार्थों के विषय में भी इसी अनुमान को स्वीकार करना तुम्हें बठिन प्रतीत होगा क्योंकि तुम नित्य प्रति देखते हो कि ठोस अवस्था के पदार्थ जैसे लोहा, ताँबा, लकड़ी, आदि की वस्तुओं को वायु या जल में रखने पर भी उनके कणों के गतिशील होने का कोई सबेत नहीं मिलता। दिग्गु स्वर्ण तथा सीमे की लियों का मली प्रकार लम्बे समय (कई वर्षों) तक दृढ़तापूर्वक निकट सम्पर्क में रखने पर यह सा गया कि सीमे की पत्ती में स्वर्ण के व स्वर्ण की पत्ती में सीमे के कण प्रवेश कर गये थे। अब, इस अनुमान की अनेकों विधियों द्वारा जाँच करने के पश्चात् वैज्ञानिक यह मानते हैं कि छोटे-छोटे कणों से बना है जो निरन्तर गतिशील रहते हैं।

उपरोक्त प्रयोगों से हम यह अनुमान भी सगा सकते हैं कि गैसों में कणों की गति तीव्र, द्रवों तथा ठोस अवस्था में अत्यन्त धीमी होती है।

पदार्थ के कण घमासमान क्यों रहते हैं?

योग 7—500 मिली आयतन वाले दो बीकर लो। एक को शीतल जल व दूसरे को न भरते। स्थिर हो जाने पर दोनों बीकरों में स्याही की एक-एक बुद डालो। तुम देखोगे कि स्याही ठण्डे जल की अपेक्षा शीघ्र फैलती है। इसी प्रकार पिछले प्रयोग में ध्वेत



(4) चीकर के जल में क्या परिवर्तन हो जाता है ?  
 यदि जल के शान्त अवस्था में आने में पहले ही क्रिस्टल डालें तो ऊपरोंक्त परिवर्तनों पर प्रभाव पड़ता है ?  
 तुम देखोगे कि क्रिस्टल जल के गमक में आते ही नाल रंग देना आरम्भ कर देते हैं ।  
 में, ताप पर लगभग दम या बारह घटो में धीरे-धीरे छोटे छोटे पूर्णतः अदृश्य हो जाते हैं ।  
 टैंगियम परमैंगनेट के क्रिस्टल के स्थान पर म्याही की एक दो बूंद मापघानी में डालकर अपने  
 परीक्षण पहले की भाँति अभिन करो ।  
 यही प्रयोग नीले घोथे के क्रिस्टल लेकर दोहराओ ।



चित्र 22—आयोडीन वायु के माध्यम में फैल जाती है ।

प्रयोग 2—चित्र 22 के अनुसार स्टार्च के पत्र की एक कतरन परीक्षण नलिका के एक ओर सहारे में लगाओ ।  
 निरीक्षण नलिका में आयोडीन के एक दो क्रिस्टल डालकर  
 काँचें लगाओ ।

निरीक्षण—

- (1) क्या निरीक्षण नलिका में कोई रंगीन गैसीय पदार्थ उपस्थित है ?
- (2) स्टार्च पत्र के रंग में क्या परिवर्तन होता है ?
- (3) स्टार्च पत्र के रंग में परिवर्तन किम ओर में होता आरम्भ होता है ?  
 हम इन प्रयोगों में यह सामान्यीकरण करते हैं कि पदार्थ की अल्प मात्रा धीरे-धीरे जल या वायु के माध्यम में पूर्णरूप में फैल जाती है । पदार्थ की अल्प मात्रा अधिगन्तम प्रकृति के विषय में हम दो तर्कपूर्ण अनुमान

ग्यान में क्यों फैल जाती है ? इनके लिए द्रव्य की प्रकृति के विषय में हम दो तर्कपूर्ण अनुमान लगा सकते हैं ।

प्रथम परिकल्पना—पदार्थों का द्रव्य उपयुक्त माध्यम मिलने पर स्वर की तरह फैलता जाता है ।

द्वितीय परिकल्पना—पदार्थों का द्रव्य छोटे-छोटे कणों में बना होता है ।

इन दोनों परिकल्पनाओं में से कौनसी परिवर्तना गम्य है, समी जाण करने के लिए हम पहली परिकल्पना को गम्य मानकर पदार्थों के व्यवहार का अनुमान करते हैं । इनके लिए हम 3 मिमी चौड़ा व 2.5 सेमी लम्बी पट्टी बाँटेंगे । एक मास्किन की दृष्टि में से स्वर की गम्यता पर यह दृष्टि जाती है ।

यदि पदार्थ सन्न होता तो समार दृष्टा गम्य नहीं होता, यह गम्यता ही क्यों जाती ।  
 द्वा प्रसार द्रव्य में फैलने पर हम निमी बन्धु को छोटे-छोटे दृष्टों में न तो वाटर और न  
 पर ही पृष्ठ पर पति । हम गम्यता का अनुमान इनके विपरीत है । अतएव हम पदार्थ के गम्य  
 (1) परिवर्तना गम्यता गम्यता गम्यता है ।

अब हमारी परिवर्धना को लेते हैं। टगरी जान के लिए माटविल में डालने वाले मोबिल-जालन का उदाहरण लेते हैं। पत्तियों की धुरी पर एन-टो बूद तेज डालने पर यह सम्पूर्ण धुरी पर फैल जाती है। क्या हमारा पत्ता तब पूर्ण रूप से ठीक नहीं? क्या तेल सतत है? इसे काट कर अलग करने का विचार ही हम नहीं कर सकते। हाथ में लग जाने के बाद तो इसे दूर करना बिना साबुन के अशभव सा ही होता है। इसी परंपरा के लिए एक बोटन में जल लेकर उसमें तीन-चार बूद मोबिल जालन डालो। तुम देखोगे कि यह जल के ऊपर अलग एक पतली तह के रूप में फैल जाता है। अब बोटन को झटको के साथ कुछ देर हिलाओ। तुम देखोगे कि तेल छोटी-छोटी गोले बूदों में टूट कर गले जल में फैल जाता है। ज्ञान होने पर ये बूदे मिलकर पुन जल के ऊपर तेल की पृथक् तह बना लेती हैं। यह प्रयोग मिर में डालने वाले तेलों में देहाराओं।

अभी तक तुमने द्रव व ठोस पदार्थों के उदाहरण लेकर द्रव्य के सतत न होने का अनुमान लगाया है। इस प्रकार का उदाहरण तुम पदार्थों की सैल अवस्था में भी ले सकते हो। एक घासी बाँवर लेकर पानी में भरी ट्रांकिता में उगटा दो। इसे जल के स्तर के नीचे ही छोड़े-छोड़े तिरछा करो। तुम देखोगे कि बाँवर की वायु सतत रूप में न निकलकर बुलबुलों के रूप में बाहर आती है।

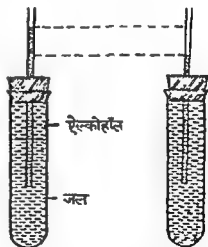
अतएव हमारी परिकल्पना कि द्रव्य छोटे-छोटे कणों से बना है, वैज्ञानिक दृष्टि से ठीक है।

## 2.2 क्या पदार्थ के कणों के मध्य रिक्त स्थान होता है ?

प्रयोग 3—एक परीक्षण नलिका को खोले जल में दो-तिहाई भर लो और शेष भाग में ऐल्कोहॉल मायधानीपूर्वक भर लो। लगभग 30 मीमी लम्बी काच की ट्यूब में युक्त कॉर्क परीक्षण नलिका के मुँह पर दृढ़ता से लगाओ। नली में द्रव की सतह को अंकित करो। अब परीक्षण नलिका को दो-तीन बार उगटो। नली में द्रव की सतह पुन अंकित करो। तुम यह देखोगे कि द्रव की सतह कुछ नीचे गिर गई है (चित्र 2.3)। इसका क्या कारण है ?

सम्भव है कणों के मध्य शून्य स्थान होता है तथा दृढ़रे पदार्थ के कण इस शून्य स्थान को घट्टन कर लेते हैं। इसके परिणाम स्वरूप आपसत में कमी होती है। एक और प्रयोग किया जा सकता है जिसमें यह स्पष्ट किया जा सके कि एक द्रव्य के टुकड़े का स्वरूप सतत दिशाई देने पर उसमें छोटे-छोटे रिक्त स्थान होते हैं।

प्रयोग 4—एक बड़ी परीक्षण नलिका, जो जल में भर कर उसमें फिनोल्फेनीन की कुछ बूदे डालो। एक पतले मेरंगेन की सिप्पी से परीक्षण नलिका का मुँह बाँध दो तथा इसकी दृढ़ता के लिए स्वर के छानों का प्रयोग करो।

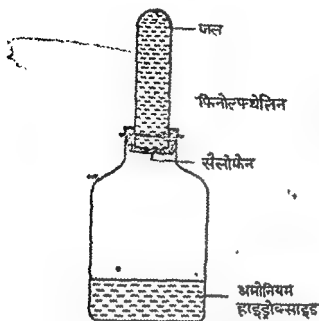


हिलाने से पहले

हिलाने के पश्चात

चित्र 2.3—कणों के मध्य शून्य स्थान होता है।

एक परीक्षण नली को 5 से 10% तक के अमोनियम हाइड्रोजेनसल्फेट के घोल में भर कर धोकर दो। फिर 2.4 देखो। क्या फिनांजफेनीन के रंग में कोई परिवर्तन होता है ?



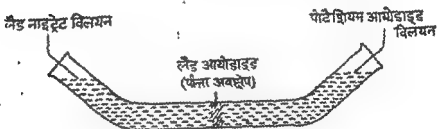
चित्र 2.4—निरंतर दिखाई देने वाले पदार्थों में भी छोटे-छोटे छंद होते हैं।

बोतल के ऊपर परीक्षण नलिका में गुंथे रंग का बनना इस बात की ओर इशारा करता है कि फिनांजफेनीन को रंगीन करने वाले कुछ कण तक पहुँच गये हैं। ये पदार्थ में प्रवेश कर पाएंगे स्पष्ट हो जाता है कि निरंतर दिखाई वाली नलिका में भी छोटे-छोटे छंद हैं जिनमें अमोनिया के कण गुजर सकते हैं।

ये सभी परीक्षण इस धारणा की पुष्टि करते हैं कि पदार्थ के कणों के मध्य रिक्त स्थान (space) होता है।

### 2.3 क्या पदार्थों के कण स्थिर रहते हैं ?

प्रयोग 5—लगभग 30 सेमी लम्बी नली को दाहिने बाँतों निराली में थोड़ा मोड़कर इसमें जल भर लो। इसे क्षैतिज अवस्था में बिना 2.5 के अनुसार लगाओ। नली के एक ओर पोटेशियम आयोडाइड व दूसरी ओर लैंड नाइट्रेट या एक-एक क्रिस्टल डालो। तुम देखोगे कि कुछ समय पश्चात्



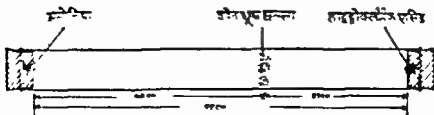
चित्र 2.5—पदार्थों के कण निरंतर गतिशील रहते हैं।

नली के मध्य में एक पीला अवक्षेप बनने लगता है। (यह लैंड आयोडाइड के कारण बनता है। यह तुम एक परखनली में पोटेशियम आयोडाइड के विलयन में लैंड नाइट्रेट का विलयन डालने पर देख सकते हो।) लैंड नाइट्रेट व पोटेशियम आयोडाइड के कण किन प्रकार बिना हिलाए-हुआए नली के बीच पहुँच गए ?

लैंड नाइट्रेट व पोटेशियम आयोडाइड की सामान्यतः किया जा पृथक् प्रयोग देखो।

प्रयोग 6—लगभग एक मीटर लम्बी तथा एक सेमी व्यास की एक शुष्क नली लेकर उसके एक ओर अमोनियम हाइड्रोजेनसल्फेट में भीगी रुई तथा दूसरी ओर मान्य हाइड्रोजेनसल्फेट अम्ल

एक-एक करके प्रयोग करने के लिये एक बड़े बालू के बालू में डाल कर दो। कुछ समय परन्तु तुम  
 प्रयोग के लिये के लिये एक बड़े बालू के बालू में डाल कर दो। (चित्र 2.6)। इस प्रयोग के निष्कर्ष नहीं है।



चित्र 2.6— $\text{NH}_3$  तथा  $\text{HCl}$  का विवरण

प्रयोग करने की बात है। (अमोनिया तथा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की रासायनिक क्रिया द्वारा श्वेत धुंधली उपजाना होता है)। प्रयोग के करने का कारण तुम जानते हो। इन छत्तों के मलों के बीच में बनने के तुम क्या परिणाम निकाल सकते हो? दोनों पदार्थों (हाइड्रोक्लोरिक अम्ल व अमोनिया) के क्या अवस्था हो गईगी है।

विद्युत प्रयोगों में भी तुम अनुमान कर सकते हो कि फोर्ट्रियस आयोडाइड तथा सैड ग्राइड के क्या प्रती के साथ एक-आपे है। इसी प्रकार अमोनिया के अणु के मेल होने के उपरांत भी विनो-मेलोन के विवरण का एक क्या परिणाम हुआ? इसमें भी यही सचेत मिलता है कि अमोनिया के क्या परिणाम है।

ऐसे अनेक प्रयोगों के आधार पर पदार्थ के कणों के निरन्तर गतिशील रहने के अनुमान की पुष्टि होती है।

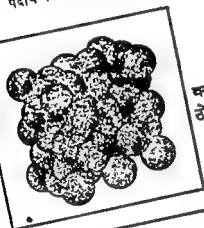
क्या ठोस अवस्था में भी पदार्थ के कण गतिशील रहते हैं? हमने उपरोक्त उदाहरणों में गैसों तथा ठोस पदार्थ का एक माध्यम में स्थिर अवस्था में किया। इन अवस्था के आधार पर ठोस पदार्थों के विषय में भी इसी अनुमान को स्वीकार करना सुझाव दिया जाता होगा क्योंकि तुम नियत प्रति देखते हो कि ठोस अवस्था के पदार्थ जैसे लोहा, लौहा, लकड़ी, आदि की कणों को वायु या जल में स्थिर पर भी उनके कणों के गतिशील होने का कोई सबूत नहीं मिलता। विन्नु स्वर्ण तथा सीमे की गतियों का भी प्रमाण लम्बे समय (बड़े कणों) पर दुर्लभापूर्वक निश्चित सम्पर्क में रहने पर यह पाया गया कि सीमे की पत्ती में स्वर्ण के व स्वर्ण की पत्ती में सीमे के कण प्रवेश कर गये थे। अतएव, हम अनुमान की अनेकों विधियों द्वारा जाँच करने के पश्चात् वैज्ञानिक यह मानते हैं कि पदार्थ छोटे-छोटे कणों से बना है जो निरन्तर गतिशील रहते हैं।

उपरोक्त प्रयोगों से हम यह अनुमान भी लगा सकते हैं कि गैसों में कणों की गति तीव्र, द्रवों में धीमी तथा ठोस अवस्था में अत्यन्त धीमी होती है।

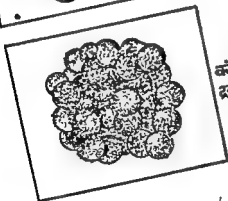
## 2.4 पदार्थ के कण क्षमायमान क्यों रहते हैं ?

प्रयोग 7—500 मिली आयतन वाले दो बीकर लो। एक को शीतल जल व दूसरे को उष्ण जल में भर दो। स्थिर हो जाने पर दोनों बीकरों में स्याही की एक-एक बूंद डालो। तुम देखोगे कि उष्ण जल में स्याही ठण्डे जल की अपेक्षा शीघ्र फैलती है। इसी प्रकार पिछले प्रयोग में प्रत्ये

के समय तथा स्थान में परिवर्तनों का ध्यानपूर्वक निरीक्षण करो। तुम देखोगे कि ज़िम्मा दिया जाता है, उनी ओर सिरे से छस्ने की दूरी बढ़ जाती है। इसमें परिणाम है कि ताप बढ़ाने में कणों की गति बढ़ जाती है। इसी प्रकार के अन्य प्रयोगों में यह निष्कर्ष निकाला गया है कि पदार्थ के कणों की गति ताप के कारण ही होती है।



कॉपर के कण ठोस अवस्था



कॉपर के कण द्रव अवस्था



कॉपर के कण गैसीय अवस्था

(1) पदार्थ छोटे-छोटे कणों से बना है,

(2) यह कण ताप के कारण निरन्तर चलायमान रहते हैं,

(3) ठोस अवस्था में इनकी गति अत्यन्त घीमी, द्रवों में धीमी तथा गैस अवस्था में तीव्र होती है (चित्र 2.7)।

ठोस, द्रव व गैस पदार्थों के कणों की विभिन्न गतिशीलता के निष्कर्ष के अनुसार तुम इस प्रश्न का क्या उत्तर दोगे :—

“क्या पदार्थ के कणों की गति बदलने से उसकी अवस्था बदली जा सकती है ?”

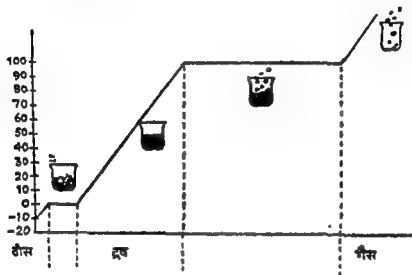
वैज्ञानिक दृष्टिकोणों में उचित उत्तर होगा कि—

“यह तो सम्भव होना चाा किन्तु ऐसा होता है या नहीं, इस जाँच करने के लिए प्रयोग करके देखना चाहिए।”

प्रयोग 8—हमें ज्ञात है कणों की गति ताप पर निर्भर है कणों की गति बदलने के लिए देखकर देखते हैं। इसके लिए टुकड़ों को एक बीकर में से से धीरे-धीरे गर्म करो। निरन्तर हिलाते रहो तथा से ताप तथा बर्फ की अवस्था में परिवर्तन अंकित करो। तुम देखोगे कि—

- (1) पहले बर्फ धीरे-धीरे पिघलती है। परिवर्तन के समय ताप में कोई परिवर्तन नहीं होता।
- (2) जब बर्फ लगभग पिघल जाती है तब ताप बढ़ना प्रारम्भ होता है।
- (3) अधिक ताप बढ़ने पर द्रव उबलने लगता है। उबलना प्रारम्भ होने पर ताप का बढ़ना बन्द हो जाता है।

इन परिवर्तनों को चित्र 2.8 में अंकित किया गया है।



चित्र 2.8—अवस्था परिवर्तन के समय ताप का परिवर्तन न होना

इसी प्रकार मोम व नेपथलोन को लेकर ताप के प्रभाव का अध्ययन करो। तुम देखोगे कि—

- (1) ये पदार्थ भी ताप लेकर धीरे पिघलने हैं तथा फिर उबलने लगने हैं।
- (2) उबलने व पिघलने समय ताप में परिवर्तन नहीं होता।

इन प्रयोगों में हम देखते हैं कि ऊष्मा देने से ताप बढ़ता है, जिससे कारण पदार्थों की अवस्था में परिवर्तन हो जाता है। हम यह भी निष्कर्ष निकाल चुके हैं कि ताप देने से कणों की गतिशीलता बढ़ जाती है। अतएव, अब हम निश्चयपूर्वक यह भी कह सकते हैं कि पदार्थ के कणों की गति में परिवर्तन करने से उसको अवस्था परिवर्तन हो जाती है। इन निरीक्षणों में कुछ अन्य प्रश्न भी उठते हैं जैसे—

- (1) कम ताप पर पदार्थ ठोम क्यों रहते हैं? ताप देने पर वे पिघलने क्यों लगने हैं?
- (2) पिघलने समय ताप में परिवर्तन क्यों नहीं होता?
- (3) अधिक ताप देने पर द्रव की अवस्था में भी परिवर्तन क्यों आ जाता है?

पहले प्रश्न को हम इस प्रकार भी रख सकते हैं कि कणों की गति कम रहने पर (कम ताप पर) पदार्थ ठोम क्यों रहते हैं ?

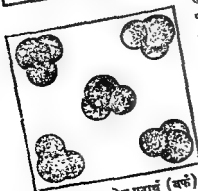
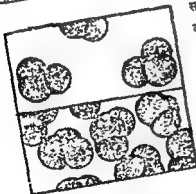
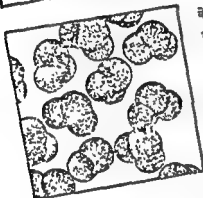
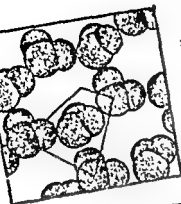
पदार्थ के द्रम व्यवहार को समझने के लिए इसके कणों के विषय में हम एक नया अनुमान लगाते हैं कि पदार्थ के कणों में परस्पर आकर्षण होता है जिसके कारण ये गमंजक बल (Force of Cohesion) से दृढ़तापूर्वक बंधे रहते हैं। इस परिचलना के आधार पर हम ठोम पदार्थों के द्रम व्यवहार का सरलनापूर्वक समझा सकते हैं कि उनकी रूप व आकार क्यों सुनिश्चित रहता है।

इस अनुमान के अनुसार ठोम में द्रव अवस्था में परिवर्तन का कारण हम इस प्रकार समझ सकते हैं कि ताप पावर कणों की गति बढ़ने के कारण संसंजक बल उन्हें पहले जैसी दृढ़ता से बांध कर नहीं रख पाता और वे एक निश्चित प्रबन्ध में नहीं रहते। इसके फलस्वरूप पदार्थ हमें पिघलता हुआ प्रतीत होता है। इस प्रकार द्रव का यह व्यवहार भी समझ में आ जाता है कि वह जिस पात्र में रखा जाय उसी का आकार ग्रहण कर लेता है।

अब हम पदार्थ के कणों में पारस्परिक आकर्षण के अनुमान के आधार पर द्रव के गैस में परिवर्तित हो जाने को इस प्रकार समझेंगे—

अधिक ताप पाने पर पदार्थ के कणों की ऊर्जा इतनी बढ़ जाती है कि वे संसंजक बल के बन्धन से छूट कर स्वतंत्र हो जाते हैं। इस कारण हमें पदार्थ द्रव अवस्था से वाष्प में परिणित होता हुआ प्रतीत होता है। गैसी का यह व्यवहार कि वे जिस पात्र में रखी जाए उसके समस्त आपतन में व्याप्त हो जाती हैं, उनके कणों में स्वतन्त्रता के आधार पर भौतिकी स्पष्ट हो जाता है (चित्र 29, 29 अ)। इस प्रकार हमारा नया तर्कसंगत अनुमान परखने पर ठीक उतरा। अब हम यह कह सकते हैं कि—

"पदार्थों की अवस्था उनके कणों के बीच संसंजक बल व उनकी ऊर्जा के आपेक्षिक परिमाण पर निर्भर है।"



चित्र 29—द्रव पदार्थ (बर्फ) के कणों के व्यवहार

चिन्ने प्रयोगों के एक और सेवक तथ्य यह था कि चिन्ने व डबने की क्रियाएँ एक निश्चित ताप पर होती हैं। तुमने देखा कि वे ताप विभिन्न पदार्थों के लिए विभिन्न हैं।

### सारणी 2.1

पदार्थ	चिन्ने का ताप (गलनांक)	डबने का ताप (वकपनांक)
बर्फ	0°C	100°C
सोम	53°C	—
नैपथलीन	80°C	218°C

जबकि परिवर्तन के अध्ययन के उपरोक्त प्रयोगों की सीमा बाष्प से द्रव, द्रव के टोम अवस्था में परिवर्तन के या अध्ययन भी करो। अपने निरीक्षणों को पदार्थ के कणों की गतिशीलता व गगजक बन की परिवर्तना के आधार पर समझाओ।

### 2.5 क्या सभी पदार्थों के गलनांक व वकपनांक निश्चित होते हैं ?

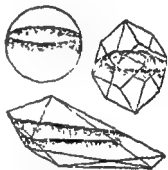
चिन्ने प्रयोगों द्वारा निरीक्षणों में यह सकेत हो मिलता है कि पदार्थों का अवस्था परिवर्तन निश्चित ताप पर होता है किन्तु क्या यह सभी पदार्थों के लिए सत्य है ? इसकी जाँच करने के लिए हमें बहुत से पदार्थों की अवस्था परिवर्तन का अध्ययन करना चाहिए। वैज्ञानिकों ने इस प्रकार के अध्ययन के परिणामस्वरूप यह पाया कि शुद्ध पदार्थों के गलनांक व वकपनांक निश्चित होते हैं।

प्रयोगशाला में पदार्थों के द्रवणांक कैसे निकालते हैं ?

प्रयोग 9—चिन्ने प्रयोगों में तुमने देखा कि अवस्था परिवर्तन का अध्ययन करने में तुम्हें अधिक समय लगता है तथा पदार्थ भी अधिक लेना पड़ता है। प्रयोगशाला में कम समय व कम पदार्थ लेकर द्रवणांक निकालने के लिए एक ओर से बन्द कैशिका नली में पदार्थ लेकर एक थर्मामीटर की



टोम अपना आकार नहीं बदलते



द्रव बर्तन का आकार ले लेते हैं

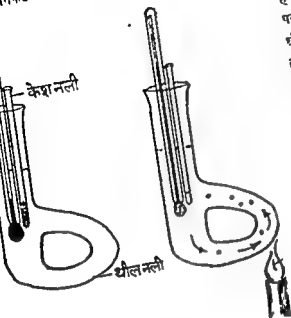


जैसा किसी भी आयतन फैल जाती है

चित्र 2.9 (अ)



निकट रखर या घागे से बाँध देते हैं। इसे बीकर में लिये गये द्रव में चित्र 2.10 के अनुसार सटकाते हैं। बीकर में ऐसा द्रव लेते हैं जिसका क्षयनाक केजानली में लिये पदार्थ में पर्याप्त ऊँचा हो। बीकर में धीरे-धीरे ऊष्मा देते हैं तथा विलोडक द्वारा द्रव को हिनाने रहते हैं। केजानली में रखे द्रव का पिघलना आरंभ होने पर थर्मामीटर में ताप पढ़कर पदार्थ का द्रवणांक ज्ञात कर लेते हैं।



इसके लिए धील नली का उपयोग करने में धीमे-धीमे ऊष्मा देने व विलोडन की क्रिया सरलतापूर्वक अपने आप हो जाती है जैसा चित्र 2.10 में दर्शाया गया है।

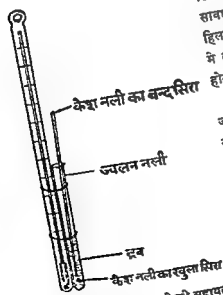
## 2.6 प्रयोगशाला में क्षयनांक ज्ञात करने की विधि

प्रयोग 10—(1) एक कठोर बाँध की नली में 10 मिली. के

चित्र 2.10—केजानली द्वारा गलनांक निकालना : धील नली का उपयोग

समभग द्रव लेकर एक दो छिट्टों वाली डाट लगाते हैं। एक छिट्ट में थर्मामीटर व दूसरे में मुड़ी हुई नली लगाकर सावधानी से द्रव को गर्म करते हैं तथा नली को धीरे-धीरे हिलाते रहते हैं। द्रव का उबलना आरंभ होने पर थर्मामीटर में ताप स्थिर हो जाता है। यह ताप ही द्रव का क्षयनांक होता है।

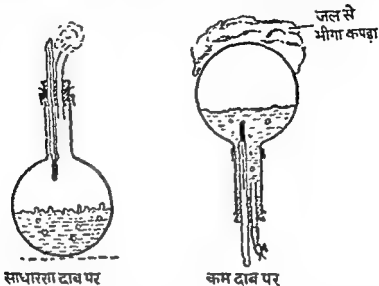
(2) यदि कम मात्रा में द्रव उपलब्ध हो तो एक ज्वलन नली में द्रव लेते हैं। केजानली लेकर उसका एक निरा बन्द कर देते हैं तथा खुले सिरे की ओर से इसे ज्वलन नली में लिये द्रव में डाल देते हैं। अब ज्वलन नली को थर्मामीटर के साथ चित्र 2.11 के अनुसार घागे या रखर से बाँधकर एक बीकर में सटका देते हैं (बीकर में ऐसा द्रव लेते हैं जिसका क्षयनाक ज्वलन नली में लिये गये द्रव से अधिक हो)। अब बीकर में सटकाते हैं व विलोडक की सहायता से द्रव को हिनाने करते हैं व विलोडक के निकट आने पर केजानली के खुले सिरे में बुलबुले उठने लगते हैं। अब गर्म करना बन्द



चित्र 2.11—केजानली की सहायता से द्रव का क्षयनांक ज्ञात करना

कर दिया जाता है व थर्मामीटर के द्रव का वक्थनाक पढ़ लिया जाता है। पहले की भांति वक्थनाक ज्ञान करने के लिए भी चीन नली का उपयोग करने में विलोडन व धीरे-धीरे ऊष्मा देने की क्रिया हो जाती है।

अनेको द्रवों के वक्थनाक व ठोसों के गलनाक मारपी 2.1 में सङ्कलित किये गये हैं।



चित्र 2.12—कम दाब पर जल का वक्थनाक कम हो जाता है

ये सभी गलनाक व वक्थनाक बड़ पदार्थों के होते हैं। यदि पदार्थों में अणुद्विया होती हैं तो इनमें अन्तर आ जाता है। अणुद्वियों के कारण गलनाक घट जाते हैं तथा वक्थनाक बड़ जाते हैं। अतएव पदार्थों की शुद्धता का निर्णय करने में वक्थनाक व गलनाक का मापन अत्यन्त महत्वपूर्ण होता है।

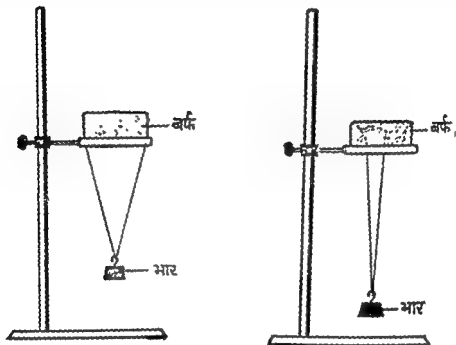
**2.7 क्या वक्थनाक व गलनाक अपद्रव्यों के अतिरिक्त किसी अन्य कारण से भी प्रभावित होते हैं ?**

तुमने, पदार्थों के कणों में समजक बल व उनकी गति के मतनुब के आधार पर निश्चयता व उबलना समझा था। इन दो के अतिरिक्त एक तीसरा बल वातावरण के दाब का होता है। आसरे पहले अनुमान के आधार पर विचार करने हैं। स्वतन्त्र होने के लिए समजक बल के अतिरिक्त कणों को इस दाब का भी सामना करना पड़ता है। यदि वातावरण का दाब कम हो तो पदार्थ के कणों को कम ताप पर ही प्राप्त ऊर्जा समजक बल के जकड़ने में मुक्ति दिशाने में पर्याप्त होती है। इसके विपरीत दाब के अधिक होने पर तुम क्या अपेक्षा करने हो ? अब अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होगी। इस कारण अधिक ताप पर ही अवस्था परिवर्तन संभव होगा। प्रयोगों द्वारा उक्त अनुमान की पुष्टि होती है। दाब घटाने जाने पर द्रव का वक्थनाक घट जाता है।

**प्रयोग 11—**इसके लिए चित्र 2.12 के अनुसार एक कतारक से जल लेकर उबालो। बर्तन हटाकर इसे बालों से ढक करके ऊँटा कर दो। अब में भीला बरतन माने उस तुम देखोगे कि यह जल उबलने लगता है। उधे जल में भीला कपड़ा रखने पर कतारक के अन्दर की कणों पर प्रभावित हो जायेंगी

है। फलस्वरूप दाब कम हो जाता है और कम ताप गर ही जल उबलने लगता है।

**प्रयोग 12**—इसी प्रकार दाब का प्रभाव गलनांक पर भी पड़ता है। चित्र 2.13 अनुसार रिटार्ट स्टैंड पर बर्फ का टुकड़ा रखकर एक तार के दोनों सिरे पर एक भारी बाधकर बर्फ के ऊपर रख दो। बर्फ पिघलती है और तार धीरे-धीरे आर-पार चला जाता है।



चित्र 2.13—बर्फ के गलनांक पर दाब का प्रभाव

जो-जो तार नीचे की ओर जाता है बर्फ का पिघलता हुआ भाग पुनः मिलकर जम जाता है। इसका क्या कारण है ?

जब बर्फ पर दाब पड़ता है तो उसका गलनांक गिरता है और  $0^{\circ}$  से पर वह पिघल जाती है। परन्तु जैसे ही तार नीचे की ओर बढ़ता है, बर्फ के ऊपरी भाग पर दाब कम होने के कारण बर्फ पुनः जम जाती है।

उपयुक्त प्रयोग से स्पष्ट है कि दाब बढ़ाने पर गलनांक कम हो जाता है।

तुम जानते हो कि बर्फ के पिघलने पर आयतन में कमी होती है तथा दाब बढ़ाने पर भी कमी होती है। अतः जिन ठोसों का आयतन पिघलने पर कम हो जाता है उनका गलनांक दाब बढ़ाने पर कम हो जाता है, परन्तु दाब कम करने पर बढ़ जाता है।

यदि ठोसों का आयतन पिघलने पर बढ़ता है तो दाब बढ़ाने पर उनका गलनांक बढ़ जाता है। जैसे मोम, गीसा, आदि।

उपयुक्त प्रयोगों से पिघलने के बारे में निम्न नियम प्रतिपादित होते हैं।

(अ) जब कोई ठोस पिघलता है तो वह स्वयं उष्मा लेता है।

(ब) पिघलते समय ठोस का तापक्रम स्थिर रहता है।

- (म) दाब स्थिर रहने पर ठोस के गलनांक में परिवर्तन नहीं होता है।  
 (न) वह ठोस जो पिघलने पर आयतन में बढ़ते हैं, दाब बढ़ाने पर उनका गलनांक बढ़ जाता है। परन्तु वह ठोस जो पिघलने पर आयतन में कम होते हैं, दाब बढ़ाने पर उनका गलनांक कम हो जाता है।

## 2.8 अगुद्ध पदार्थों से शुद्ध पदार्थ कैसे प्राप्त किये जाते हैं ?

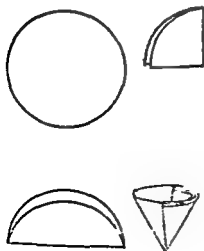
तुम पिछली कक्षाओं में पदार्थों को शुद्ध करने की अनेकों विधियों का अध्ययन कर चुके हो। प्रायोगिक रसायन में तुम इन विधियों का प्रयोग भी करोगे। महा केवल इनकी रूपरेखा का ही वर्णन किया जा रहा है ?

### 1. निष्पारता (Decantation)

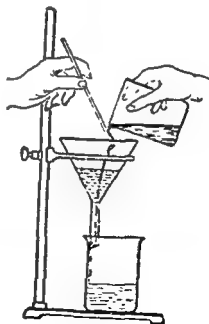
अविश्लेय भारी पदार्थ द्रव की तली में बैठ जाता है। द्रव को सावधानीपूर्वक काच की छड़ के सहारे एक बीकर से दूसरे में ध्यानान्तरित करने है। स्पष्ट है कि इस विधि का उपयोग सीमित है।

### 2. छानना (Filtration)

अविश्लेय ठोस पदार्थों को द्रव में छानकर वृक्ष करने के लिए परिस्थिति अनुसार अनेकों पदार्थों का उपयोग किया जाता है। जैसे काँच की ऊन, काष्ठ चारकोल, रेत, बजरी, इटों के टुकड़ों का उपयोग किया जाता है। हाल ही में अत्यन्त सूक्ष्म रेशों वाली 'अणु छलनियों' का आविष्कार किया गया है। जिसमें सागर का नमकीन जल 'छान' कर शुद्ध जल प्राप्त किया जाता है। प्रयोगशाला में साधारणतः फिल्टर पत्र (Filter Paper) का उपयोग किया जाता है। इसे शक्नु आकार में मोड़कर कीप में लगाने का अभ्यास प्रयोगशाला में करो। (चित्र 2.14, 2.15)



चित्र 2.14—फिल्टर पत्र मोड़कर शक्नु बनाना



चित्र 2.15—शक्नु सहायक फिल्टर पत्र द्वारा छानना

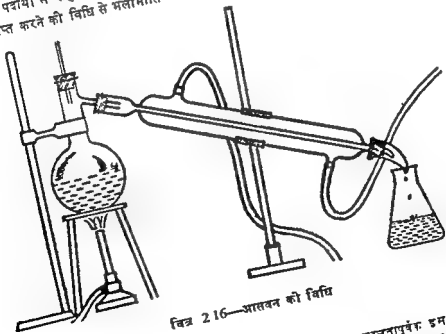
फिल्टर पत्र अनेको प्रकार के होते हैं। सूक्ष्म अवशेषों के मात्रात्मक विश्लेषण में प्रयुक्त किये जाने वाले फिल्टर पत्र को उनके रन्ध्रों के अनुसार नम्बर दिये गये हैं। छानने के पश्चात् अवशेषित पदार्थ को पुनः प्राप्त करने के लिए इन फिल्टर पत्रों को जला दिया जाता है। इनकी विशिष्टता यह है कि बचने वाला राख का भार नगण्य होता है और तोलने पर सीधे ही पदार्थ का भार ज्ञात है।

### वाष्पन (Evaporation)

तुम जानते हो कि वाष्पन सभी तापों पर होता रहता है, गर्म करने पर वाष्पन की गति बढ़ जाती है। प्रयोगशाला में वाष्पन के लिए आवश्यकतानुसार जल अथवा रेत उत्पन्न करने के लिए प्रयोग की जाती हैं। किसी विशेष पदार्थ के शोधन के लिए ऐसा बिलायक लेकर जिसमें कि वह पदार्थ घुलनशील रूप से विलेय हो, विलयन बनाकर फिल्टर कर लेते हैं। प्राप्त छनित भाग का वाष्पीकरण करने पर शुद्ध पदार्थ बच रहता है।

### आसवन (Distillation)

वाष्पन विधि द्वारा द्रव को वाष्पित करके उसमें घुला हुआ पदार्थ प्राप्त करते हैं। इसके विपरीत आसवन क्रिया में क्वथनांक ताप देकर उसकी वाष्प को सघनित करके एकत्र कर लेते हैं। वाष्प घुलित पदार्थों से रहित होता है। अतएव, शुद्ध द्रव सघनित हो जाता है। तुम आसवन द्वारा शुद्ध जल प्राप्त करने की विधि से भलीभांति परिचित हो। इसको चित्र 2.16 में दर्शाया गया है।



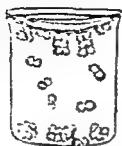
चित्र 2.16—आसवन की विधि

### 5. ऊर्ध्वपातन (Sublimation)

त्रिज पदार्थों में ऊर्ध्वपातन का गुण होता है उनका शोधन करने का। इस विधि द्वारा कर सकते हैं। चित्र 2.17 में दर्शाया गया है कि किस प्रकार केवल ऊर्ध्वपाती पदार्थ के अणु पुनः प्राप्त होते हैं।

## 6 क्रिस्टलीकरण (Crystallisation)

समस्त निम्नलिखित के लिए द्रवों का क्रिस्टलीकरण पदार्थों की शुद्धता बढ़ाने का एक अच्छा तरीका है। पदार्थ को ऐसे द्रव में घोल देते हैं जो गरम होकर वाष्पित हो जायेंगे। एका वात पदार्थ



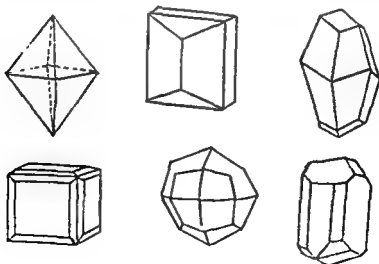
अनुमानित  
अणुओं के परिवर्तन



प्रयोग के समय  
मैलिंग

चित्र 2.17—द्रवों के क्रिस्टलीकरण

में इसे गरम सावधानी में जल या गैस उत्पन्न पर गरम वाष्पन करते हैं। जब क्रिस्टल बनने लगते हैं तब ताप देना बंद कर देते हैं, क्रिस्टल को बिलायक को निष्कार कर पृथक् कर देते हैं। अधिक मात्रा में पदार्थ के शोधन के लिए बीकर अथवा बड़े पात्र में इसका अधिक ताप पर गर्त घोल बनाकर ठंडा होने रख देते हैं। इसमें केवल स्वच्छ घागा या आगे से शुद्ध पदार्थ का एक छोटा क्रिस्टल लटका देते हैं। कुछ समय पश्चात् शुद्ध पदार्थ घागे के चारों ओर बड़े क्रिस्टल के रूप में एकत्र हो जाता है तथा अपद्रव्य विलयन में घुले रह जाते हैं। कुछ क्रिस्टलों के आकार चित्र 2.18 में दर्शाये गये हैं।



चित्र 2.18—कुछ क्रिस्टलों के आकार

### धुनरावलीकन

द्रव्य तीन अवस्थाओं में पाया जाता है। द्रव्य छोटे-छोटे कणों से बना होता है। यह कण अणु कहलाते हैं। अणुओं के बीच स्थान रहता है। अणु एक दूसरे को आकर्षित करते हैं। गैसीय अवस्था में अणुओं की गतिशीलता अधिक होने से अणु दूर-दूर रहते हैं। इसमें अंतर्जापिक बल का मान कम होता है। जब अणु एक दूसरे के पास रहते हैं तब अंतर्जापिक बल अधिक हो जाता है और द्रव्य द्रव तथा ठोस अवस्था में आ जाता है। जब अणु पास रहते हैं तब एक दूसरे को अधिक बल से आकर्षित करते हैं।

ऊष्मा देने पर अणुओं की गति व अंतर्जापिक स्थान बढ़ जाता है। इसके फलस्वरूप द्रव्य की अवस्था में परिवर्तन आ जाता है। अवस्था परिवर्तन एक निश्चित तापक्रम पर होता है। निश्चित ताप पर द्रव से गैस बनते समय बाहुर से दिया गया ताप अणुओं की एक दूसरे में अलग करने के काम आता है। इन ताप पर द्रव की वाष्पन का दबाव वायुमण्डलीय दाब से अधिक होता है। यह तापक्रम द्रव का वक्यनाक होता है।

निश्चित मात्रा के ठोस को द्रव बनाने के लिए दिया गया ताप उतनी ही मात्रा के द्रव को उनके वक्यनाक पर वाष्पीकृत करने के ताप से कम होता है। द्रव्यों के वक्यनाक एवं गलनाक अशुद्धियों की उपस्थिति में परिवर्तित हो जाते हैं। अशुद्ध पदार्थों को विभिन्न रीतियों से शुद्ध किया जाता है।

**अध्ययन प्रश्न**

1. किन प्रेरणों के आधार पर तुम यह कह सकते हो कि पदार्थ के विभिन्न कणों में संसजन बल होता है ?
2. वर्ष में ऊष्मा देते जाने पर वाष्पीकृत होने (उबलने) तक कौन-कौनसे परिवर्तन होते हैं ? इनकी पदार्थ की कणीय रचना के आधार पर कैसे समझाओ ?
3. पदार्थ के कणों पर मुख्यतः दो बल कार्य करते हैं जिनके साम्य में परिवर्तन से पदार्थ की अवस्था में परिवर्तन आ जाता है ? इन दोनों प्रकार के बलों को किस प्रकार अंतर्बलित किया जा सकता है ?
4. दो विभिन्न द्रव पदार्थ अब ब दिये गये हैं। इनके वक्यनाक  $80^{\circ}$  सें. व  $100^{\circ}$  सें. हैं। किस पदार्थ के कणों में समजन बल अधिक है ? स्पष्ट करो।
5. विलायक के चयन के आधार पर द्रवों के मिश्रण में से उनके अवयवों को कैसे पृथक करोगे ?
6. प्रायः बन्द बर्तन में जब गर्म करने से जल्दी उबलता है। इस अवस्था में क्या नया कार्य करता है ? स्पष्ट करो।
7. आजकल रसोईघर में छाना बनाने के लिए प्रेशर कुकर का उपयोग किया जाता है। यह बर्तन चारों ओर से रबर का छत्ता लगाकर घातु के भारी बकरन से वायुरोधक कर दिया जाता है। इस प्रकार के कुकर में जल के उबलने समय यदि एक  $0^{\circ}$  सें. से  $200^{\circ}$  सें. तक अतिरिक्त घनमीटर लगा दें तो थर्मामीटर में बितने डिग्री सें. में कम ताप के अवलोकन की सम्भावना है ? स्पष्ट करो।





लीन विलयन अमोनिया के साथ गुलाबी रंग देता है। एक खर के गुब्बारे में अमोनिया भरकर एक बड़े जार में जल भरकर जल में फिनोल्फथेलीन डाला तो पाया कि जल हो गया। यह मिश्र करता है कि

अमोनिया के कण अच्छे हैं।

अमोनिया के कण गुब्बारे की खर से होकर जार में चले गये।

गुब्बारे की खर अविरत है।

अमोनिया के कण गुब्बारे के छिद्रों में बड़े हैं।

अमोनिया जल में विलेय है।

विलायक की अपेक्षा विलयन का द्रव्यनाक अधिक होता है क्योंकि

(अ) ठोस अणु ऊष्मा शोषण करते हैं।

(ब) ऊष्मा वायु में विकिरित हो जाती है।

(स) पानी ऊष्मा का शोषण करता है।

(द) ऊष्मा से कण पास आ जाते हैं।

(इ) विलायक की गुप्त ऊष्मा होती है।

जल का हिमांक है—

(अ)  $0^{\circ}$  सें.

(ब)  $4^{\circ}$  सें.

(स)  $32^{\circ}$  सें.

(द)  $80^{\circ}$  सें.

(इ)  $100^{\circ}$  सें.

2—(द)

3—(ब)

4—(अ)

5—(अ)]

## पदार्थों की संरचना

यदि सभी पदार्थ कणों में बने हैं तो इनके गुण भिन्न क्यों होते हैं ? क्या इसका कारण उनके कणों की रचना व संगठन में भिन्नता है ?

द्वितीय इकाई में सामान्य प्रेक्षणों व प्रयोगों के आधार पर पदार्थ की कणीय प्रकृति का अनुमान लगाया गया था। पदार्थ के कण उसकी किमी भी अवस्था में गतिमान रहते हैं तथा इनके परस्पर आकर्षण व गति पर ही पदार्थ की अवस्था निर्भर करती है। इस इकाई में हम पदार्थों के गुणों की भिन्नता के आधार पर इनके कणों की प्रकृति के विषय में अनुमान लगायेंगे व उनकी परीक्षा करेंगे।

### 3.1 पदार्थों पर ऊर्जा का प्रभाव

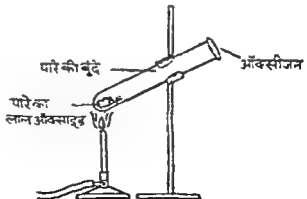
हम पदार्थों की अवस्था पर तापीय ऊर्जा के प्रभाव का अध्ययन कर चुके हैं। ऊर्जा के प्रभाव से पदार्थ के गुणों में आन वाने परिवर्तनों के अध्ययन के लिए निम्न प्रयोग करेंगे

**प्रयोग 1—पारे की लाल**

**आक्साइड पर तापीय ऊर्जा का प्रभाव**

एक बडोर बाख की सूखी परखतनी में 2 ग्राम पारे की लाल आक्साइड रखकर रिफ्लेक्ट दीप अथवा बुनसन बर्नर की गगरीन उद्गता में कुछ समय तक गर्म करेंगे। आक्साइड में होने वाले निम्न परिवर्तनों को अभिन करेंगे (चित्र 3।)

1. ठोसा लगाने के बाद आक्साइड का प्कार रंग बामा पड़ जाता है।



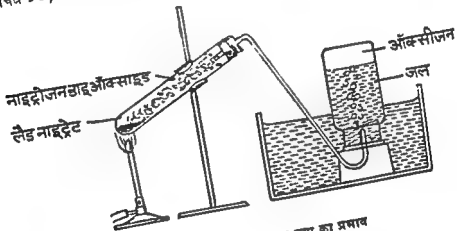
चित्र 3।—पारे के लाल आक्साइड पर तापीय ऊर्जा का प्रभाव

- 2 परखनली के मुख पर छोटी-छोटी अनेक चमकदार बूंदें गमक हो जाती हैं। जब गरने पर यह पारे की बूंदें गिड़ होती हैं।
- 3 आक्साइड में से एक रंगहीन गैस निकल जाती है जो जल करने पर ऑक्सीजन सिद्ध होती है।

उपर्युक्त प्रेक्षणों का परिणाम

पारे का लाल ऑक्साइड ऊष्मा प्राप्त कर पारे घ ऑक्सीजन दो भिन्न पदार्थों में विभाजित हो जाता है।

प्रयोग 2—विशेष हुए शुष्क लैंड नाइट्रेट पर ताप का प्रभाव  
पहले प्रयोग की विधि हुए शुष्क लैंड नाइट्रेट में दोहराओं तथा निम्न परिवर्तनों का प्रेक्षण करो (चित्र 32)।



चित्र 32—लैंड नाइट्रेट पर ताप का प्रभाव

1. लैंड नाइट्रेट ऊष्मा देने पर गहरे भूरे रंग की गैस उत्पन्न करता है।
2. परखनली की पेंदी में एक सूखा पदार्थ छोड़ी भावा में बच जाता है।
3. निकलने वाली भूरी गैस को जब पानी के भरे जार पर एकट्ठा किया जाता है तब ज्ञात होता है कि भूरे रंग की गैस जल में घुल जाती है तथा जल पर केवल एक रंग-हीन गैस एकत्र हो जाती है। जाँच करने पर यह गैस ऑक्सीजन सिद्ध होती है।
4. जल में घुलनशील पदार्थ नाइट्रोजन डाइऑक्साइड तथा परखनली में शेष बचा पदार्थ लैंड ऑक्साइड पाया गया।

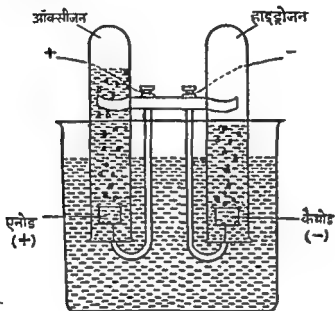
उपर्युक्त प्रेक्षण से परिणाम

लैंड नाइट्रेट जो माधारण रूप से देखने में एक ही प्रकार के कणों से बना प्रतीत होता है गर्म करने पर तीन पदार्थों में विभाजित हो जाता है। क्या नये बनने वाले तीनों पदार्थों के प्रकार के कणों में बने होते हैं? प्रयोगों द्वारा वैज्ञानिकों ने यह ज्ञात किया कि तीनों में अन्य दोनो पदार्थों एक में अधिक प्रकार के कणों के

बने होते हैं। अतः ऑक्सीजन ही इन तीनों द्रव्यों में से एक तत्त्व है तथा भूरे रंग का पदार्थ तथा शेष द्रव्य तत्त्व नहीं है।

**प्रयोग 3—अम्लीकृत जल पर विद्युत ऊर्जा का प्रभाव**

एक वोल्टमीटर को  $\frac{3}{4}$  भाग तक जल से भरकर उसमें तनु सल्फ्यूरिक अम्ल की तीन-चार बूंदें मिलाकर हिनाबो (चित्र 3.3)।



**चित्र 3.3—जल का विद्युत अपघटन करने के लिए उपकरण**

बैटरी द्वारा विद्युत प्रवाहित करने पर निम्न प्रेक्षण अंकित करो—

1. अम्लीकृत जल के द्वारा विद्युत चक्र पूरा होने पर प्लैटिनम के ध्रुवों पर छोटे-छोटे बुलबुले उठने लगते हैं।
2. जब बुलबुलों को प्लैटिनम तारों पर उल्टी की हुई परछनी में एकत्र किया जाता है तब गैसों के आयतन में 2 : 1 अनुपात पाया जाता है।
3. परीक्षण करने पर कम आयतन वाली गैस ऑक्सीजन सिद्ध होती है।
4. परीक्षण करने पर दुगुने आयतन में बनने वाली गैस हाइड्रोजन सिद्ध होती है।

**उपयुक्त निरीक्षणों के निष्कर्ष**

- (1) जल विद्युत ऊर्जा के प्रभाव स्वरूप दो पदार्थों, ऑक्सीजन व हाइड्रोजन में विभक्त हो जाता है।
- (2) जल हाइड्रोजन व ऑक्सीजन दो भिन्न पदार्थों से मिलकर बना है। इन तीनों प्रयोगों

के परिणामों तथा संबंधित ज्ञान को मुख्यस्थित रूप में सारणी 3.1 में प्रमथित किया गया है—

सारणी 3.1

नं. ऊर्जा का रूप	लिया गया पदार्थ	ऊर्जा का प्रभाव	अन्य सूचना.	निष्कर्ष
1.	ऊष्मा मरकरीऑक्साइड पारे तथा आक्सीजन (पारे की साल भस्म)	में, पृथक् हो जाता है।	आक्सीजन तथा पारे को किसी भी रासायनिक क्रिया द्वारा नये पदार्थों में विभक्त नहीं किया जा सका है।	1. कुछ पदार्थ रासायनिक क्रिया, ऊष्मा अथवा विद्युत के प्रभाव द्वारा नये पदार्थों में विभक्त किये जा सकते हैं।
2.	ऊष्मा लैंड नाइट्रेट	लैंड नाइट्रेट ऑक्सीजन व नाइट्रोजन डाइऑक्साइड गैस में विभक्त हो जाता है।	1. लैंड नाइट्रेट, लैंड व ऑक्सीजन में विभाजित किया जा सकता है। 2. नाइट्रोजन डाइ-ऑक्साइड नाइट्रोजन व ऑक्सीजन में विभक्त की जा सकती है।	
3.	विद्युत जल	ऑक्सीजन व हाइड्रोजन गैस पृथक् हो जाती है।	ऑक्सीजन व हाइड्रोजन को रासायनिक क्रियाओं द्वारा नये पदार्थों में विभक्त नहीं किया जा सकता है।	2. कुछ पदार्थ किसी भी उपरोक्त क्रिया द्वारा नये पदार्थों में विभक्त नहीं किये जा सकते।

### 3.2 तत्त्व किसे कहते हैं ?

इसी प्रकार रसायनवेत्ता क्यों के पदार्थों पर किये गये अनेकों अध्ययनों के निष्कर्षों के आधार पर संपूर्ण शताब्दी में ही हम सामान्यीकरण पर पहुँच चुके थे कि सभी पदार्थ दो वर्गों में रगे जा सकते हैं। एक वर्ग में वह जिन्हें किसी भी रासायनिक क्रिया द्वारा और सरल पदार्थों में विभक्त नहीं किया जा सकता, इन्हें 'तत्त्व' की संज्ञा दी गई है। तथा दूसरे वर्ग में वे पदार्थ रगे जा सकते हैं जो इन्हें 'मिश्र' तत्त्वों के मिश्रण या यौगिकों के रूप में।

अनेकों पदार्थ जिन्हें हम प्रकार तत्त्व माना गया प्राचीन काल के ही ज्ञान से ग्रंथ मोहा, लौहा,

गंधक, कार्बन । ईसा के काल में भी लगभग 9 तत्व ज्ञात थे । सत्रहवीं व अठारहवीं शताब्दी के अन्त तक ज्ञात तत्वों की संख्या 63 तक पहुँच गई । 1925 तक प्रकृति में उपलब्ध लगभग 92 तत्वों की खोज की जा चुकी थी । इसके पश्चात् नाभिक क्रियाओं द्वारा प्राप्त तत्वों को लेकर अब 105 तत्व ज्ञात हैं ।

### 3.3 तत्वों के नाम कैसे पड़े ?

सभी तत्वों के नाम समय-समय पर देवी-देवताओं, इनके मिलने के स्थान, देश, नदी, खनिज, आदि के नामों के आधार पर रखे गये हैं ।

ये तथा इनके अतिरिक्त बहुधा अन्य नाम मूल रूप में लैटिन भाषा से लिये गये हैं । इनके कुछ रोचक उदाहरणों को सारणी 3.2 व 3.3 में दिया गया है—

सारणी 3.2

सारणी 3.3

तत्व का नाम व प्रतीक	नाम का मूल	तत्व का नाम	लैटिन नाम	प्रतीक
मैगनीशियम Mg (Magnesium)	प्राचीन ग्रीक नगर मैगनीशिया (Magnesia)	ताँबा (Copper)	Cuprum	Cu
गैलियम Ga (Gallium)	फ्रान्स देश का लैटिन नाम	सोना (Gold)	Aurum	Au
फास्फोरस P (Phosphorus)	प्रकाश धारण करने वाला ग्रीक देवता फास्फोर (Phosphor)	लोहा (Iron)	Ferum	Fe
पोटैशियम (कैलियम) K काभी देवी (Potassium) (Kalium)		सीसा (Lead)	Plumbum	Pb
रूहेनियम Re (Rhenium)	जर्मनी देश की नदी राइन	पोटैशियम (Potassium)	Kalium	K
आइस्टीनियम Es (Einsteinium)	वैज्ञानिक आइन्स्टाइन	पारा (Mercury)	Hydrargyrum	Hg
		चाँदी (Silver)	Argentum	Ag
		सोडियम (Sodium)	Natrum	Na

सर्वप्रथम डब्लीयुग ने सुविधा के लिए तत्वों के अंग्रेजी अक्षरों में लैटिन नाम के प्रथम अक्षरों को उनके प्रतीकों के रूप में प्रयुक्त किया । आज भी यही रीति प्रचलित है । यदि दो तत्वों के नाम एक ही अक्षर से प्रारम्भ होते हैं तो सहेनो की निम्नलिखित के लिए उनके प्रथम दो अक्षरों का

जाता है। तत्वों के ये सर्वमान्य सवेत रासायनिक प्रतीक कहलाते हैं। तालिका 3.4 में समिति से मान्यता प्राप्त सभी तत्वों के प्रतीक दिये गये हैं।

तालिका 3.4

रासायनिक तत्वों की तालिका

Ac	अरबियम	Er	पारा	Hg	समेरियम	Sm
Al	यूरोपियम	Eu	मोलिब्डेनम	Mo	स्कैंडियम	Sc
Am	फरमियम	Fm	नियोडाइमियम	Nd	सेलेनियम	Se
Sb	फ्लोरीन	F	निऑन	Ne	सिलिकन	Si
Ar	फ्रांसियम	Fr	नेप्चूनियम	Np	चाँदी	Ag
As	गैडोलिनियम	Gd	निकल	Ni	सोडियम	Na
At	गैलियम	Ga	नायोबियम	Nb	स्ट्रोंशियम	Sr
Ba	जर्मेनियम	Ge	नाइट्रोजन	N	गंधक	S
Bk	सोना	Au	नोबेलियम	No	टैंग्स्टम	Ta
Be	हैफनियम	Hf	ओसमियम	Os	टैंग्स्टेनियम	Tc
Bi	हीलियम	He	ऑक्सीजन	O	टैलूरियम	Tb
B	हीलियम	Ho	वैलेनियम	Pd	टरबियम	Ti
Br	हाइड्रोजन	H	फास्फोरस	P	थैलियम	Th
Cd	इण्डियम	In	प्लैटिनम	Pt	थूलियम	Tm
Ca	आयोडीन	I	प्लूटोनियम	Pu	टिन	Sr
Cf	इरीडियम	Ir	पोलोनियम	Po	टाइटेनियम	T
C	लोहा	Fe	पोटैशियम	K	टंगस्टन	
Ce	क्रिप्टोन	Kr	प्रैसियोडाइमियम	Pi	यूरेनियम	Xe
Cs	लैन्थेनम	La	प्रोमिथियम	Pm	वैनेडियम	
Cl	सारेन्सियम	Lw	प्रोटैक्टोनियम	Pa	जोनान	Yb
Cr	सीसा	Pb	रेडियम	Ra	इटरबियम	Y
Co	लिथियम	Li	रेडान	Rn	इड्रियम	Zn
Cu	लूटेशियम	Lu	रूहेनियम	Re	जस्त (जिंक)	
Cm	मैगनीशियम	Mg	रूहेनियम	Rh	जिरकोनियम	Zr
Dy	मैग्नेशियम	Mn	रूबिडियम	Rb		
Es	मैडेलीवियम	Mv	रूथेनियम	Ru		

3.4 तत्व का छोटे से छोटा भाग परमाणु यदि किसी तत्व को छोटे-छोटे भाग में विभक्त करते-करते हम ऐसे छोटे से छोटे भाग तक पहुँचेंगे कि वे विभाजित करना न तो साधारणतः संभव हो और न ही आगे विभाजन

के द्वारा एक-दूसरे की तरह यह ऊपर, इस स्थिति में ऊपर के छोटे में छोटे बल को जिनमें तरल के भारी द्रव विद्यमान होकर सम्मान्य करते हैं।

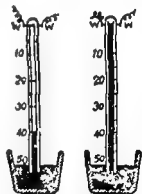
इस सम्मान्य पर हम क्या तत्वों के नियम में यह निश्चय निकाल सकते हैं कि :

जिन्हीं तत्व के भारी द्रव्याणु गुणों में समान होते हैं तथा विभिन्न तत्वों के गुण भिन्न होने के कारण इनके द्रव्याणुओं के गुणों में भिन्नता होती है। तत्वों के अतिरिक्त अन्य पदार्थ इन्हीं भरण पदार्थों (तत्वों) के मिश्रण व दौलिक हैं।

इस हम तत्वों की द्रव्याणु रचना के ज्ञान की महायत्ना में अन्य पदार्थों के छोटे में छोटे बलों की रचना के विचार में सर्वोत्कृष्ट अनुमान लगाने का प्रयत्न करने हैं।

दौलिकों के विद्योवन के उदाहरण में तुम देख चुके हो कि ऊष्मा व विद्युत के प्रभाव से प्रायः उचित पदार्थ अथवा पदार्थों का भरण पदार्थों (तत्वों) में विद्योवन हो जाता है। क्या विभिन्न प्रकार के तत्वों में मिलकर नये पदार्थ भी बनते हैं ?

1. पारा तथा ऑक्सीजन—प्रथम दुर्घाट में फ्लोत्रिस्टन मिदाल्ट की जीव करने के लिए सेरोगिये द्वारा पारे को वायु के मिश्रण में रखकर उगको लगातार 12 दिन तक गर्म करने के प्रयोग का वर्णन किया गया था। इसमें बनने वाले नये पदार्थ मान खूण (मरकरी ऑक्साइड) के गुण प्रारम्भ में नये पारे तथा वायु दोनों के गुणों में भिन्न पाये गये।
2. मैग्नीशियम की लता में अधिक गर्म करने अथवा उबाला में रखने से जलकर मैग्नीशियम की राख (मैग्नीशियम ऑक्साइड) बन जाती है।
3. कार्बन (कोयला) जलने पर कार्बन डाइऑक्साइड में परिवर्तित हो जाता है।
4. गैस आपतन मापी गयी थी, जिनके ऊपरी सिरे पर अन्दर की ओर प्लैटिनम के तार लगे हुए होते हैं, शुष्क हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन का मिश्रण भरो। नली को पारे से भरे नौद पर चित्र 3.4 में दिखाई गई विधि के अनुसार रखा करो। अब प्लैटिनम के तारों के बीच एक विद्युत स्पार्क (स्फुलिंग) लगाओ। तुम देखोगे कि विद्युत स्फुलिंग के प्रभाव से दोनों गैसीय तत्व मिलकर जल बनाते हैं। ट्यूब में पारे का तल कुछ उठ जाता है तथा बना हुआ जल इस पारे के तल पर एकत्र हो जाता है।
5. अनेकों त्रियाशील तत्व बिना ऊर्जा दिये ही संयोजित हो जाते हैं जैसे फॉस्फोरस वायु में रखने पर ऑक्सीजन के साथ संयोग करके ऑक्साइड बना देता है। अतः इसे पानी में रखा जाता है।



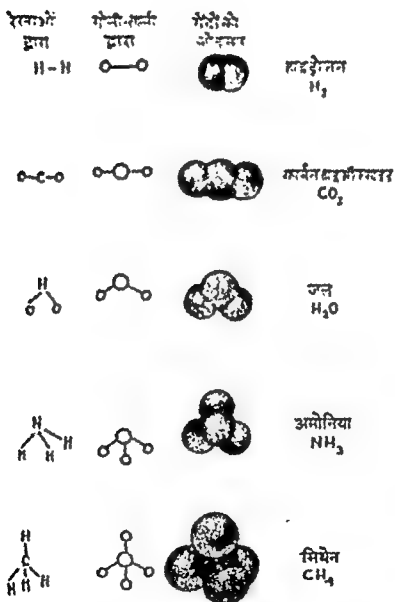
चित्र 3.4—गैस आपतन मापी गयी ली से हाइड्रोजन व ऑक्सीजन के मिश्रण में विद्युत स्फुलिंग लगाना

ऐसे अनेकों उदाहरणों के आधार पर यह सामान्यीकरण किया गया है कि तत्व विभिन्न परिस्थितियों में विद्युत, ताप अथवा बिना बाहरी ऊर्जा लिये संयोग करके नये पदार्थों को जन्म देते हैं।



### 3.5 आणवों के संरूप में बन्ने वाले परमाणु के छोटे से छोटे कणों की पहचान करनी होगी ?

जहाँ तक हमारे ज्ञान के अनुसार हम कहें, विशिष्ट परमाणु होते हैं। इनका नाम है। इनके लिए हमें और बड़े-बड़े करने होंगे। किन्तु हमारा ही विशिष्ट है कि आणवों के अणुओं के छोटे से छोटे कणों हैं। यहाँ परमाणु के परमाणु (परमाणु अणुओं के) अणुओं हैं। इन अणुओं में ही परमाणुओं के अणुओं के छोटे से छोटे कणों को हमें (परमाणुओं) कहते हैं।



चित्र 3.5—अणुओं का विन्यास प्रदर्शित करने की विभिन्न रीतियाँ

—इसके से अर्थात् इसकी पदार्थों के छोटे से छोटे कणों से इस में अतिव्यवहार के परमाणु —इसके से अर्थात् इसमें से एक से अधिक कणों के परमाणुओं के समुदाय होने पर बनते हैं। तत्वों के परमाणु ही बहुत सस्ता परमाणु से न गठन समुदाय बना लेते हैं। यह अणु (molecule) ही कणों के छोटे से छोटे परमाणु एक ही प्रकार के होते। यहाँ कुछ तत्वों व पदार्थों के अणुओं को भी अणुओं के अणुओं किताब बना है (चित्र 3.5)। इनके रूप व समुदाय को निम्नित करने के लिये वैज्ञानिकों ने अणुओं को दो प्रकार के अणुओं द्वारा तत्व व प्रमाण एकत्र किये। इन प्रयोगों व विधियों को तुल्य अणुओं व अणुओं में पढ़ते हैं।

3.6 विद्युत् चालकता में तुल्य पद व अणु ही कि पदार्थों में होते बाने परिवर्तनों को सापेक्षताओं के आधार पर दर्शाए जा सकते हैं। जैसे उन परिवर्तनों को जिनमें केवल मात्र अवस्था परिवर्तन होते हैं, कोई नया पदार्थ नहीं बनता व मूल पदार्थ समानता पूर्वक पूर्ण अवस्था में वापस लाया जा सकता है, हम भौतिक परिवर्तनों के वर्ग में रखते हैं।

इसी प्रकार रासायनिक परिवर्तनों के वर्ग में वे परिवर्तन रखते हैं जिनमें नये पदार्थ बने व उनमें मूल पदार्थ समानतापूर्वक प्राप्ति न हो सके।

सुखे जाना है कि यदि रासायनिक क्रिया न हो तो पदार्थों को हम मनचाहे अनुपात में मिला सकते हैं। मिश्रण में इन मूल पदार्थों के गुण उपस्थित रहते हैं तथा उनकी आपेक्षिक मात्रा के अनुसार ही मिश्रण में इनकी प्रभुता रहती है। गंधक का चूर्ण व लोहे की रेतन को मिलाते वाला प्रयोग तुल्य पढ़ने का एक ही। मिश्रण का हम लोहे के बाले रंग व गंधक के पीले रंगों के बीच उनके अनुपात के अनुसार पढ़ने शुरू में लेकर लगभग पीले तक रहता है। मिश्रण बिपरीत होते हैं तथा चुम्बकीयता, घुलनशीलता, घनत्व और भौतिक गुणों की भिन्नता के आधार पर इसके अवयव सरलतापूर्वक पृथक् किये जा सकते हैं।

रासायनिक क्रिया होने पर बनने वाले पदार्थों के गुण अवयवों के गुणों से नितान्त भिन्न होते हैं तथा उनमें क्रिया करने वाले पदार्थ निश्चित अनुपात में ही सम्बन्धित होते हैं। इन अवयवों को भौतिक गुणों के आधार पर पृथक् भी नहीं किया जा सकता। अवयवों से रासायनिक क्रिया द्वारा केवल निश्चित अनुपात में मिलकर रासायनिक क्रियाओं का शब्दों में वर्णन करने के स्थान पर क्यों न मनेतो, चिह्नों, व प्रतीकों की सहायता लेकर समय व स्थान की बचत की जाय ?

तुम देखोगे कि वैज्ञानिक किस प्रकार इनकी सहायता लेकर रासायनिक क्रियाओं को मर्मवर्णों द्वारा प्रदर्शन कर देते हैं।

- इसके लिए क्रिया करने वाले पदार्थों को हमेशा बाईं ओर लिखते हैं तथा उनके बीच + का चिह्न लगाते हैं। इन्हें अभिकारक (Reactants) कहते हैं।

लोहे की रेतन + गंधक का चूर्ण = लोहे का सल्फाइड

(अभिकारक या reactants) (उत्पाद या product)

बनने वाले पदार्थों को दाईं ओर लिखते हैं, उनके बीच में भी + चिह्न लगाते हैं। इन्हें उत्पाद (product) कहते हैं।

•• अभिकारकों व उत्पादों के बीच = या  $\rightarrow$  का चिह्न लगाते हैं। बहुधा इसके नीचे

या उत्तर परिशिष्टानि भी संक्षिप्त रूप में निम्न दिये हैं (अथवा उष्मा या ताप) ।

ताप

लोहे की रेत + सल्फर का गूनी → लोहे का सल्फाइड

\*\*\* ताप की मात्रा के स्थान पर इनके प्रतीक लिखते हैं—



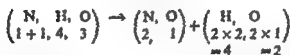
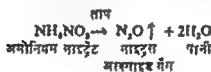
\*\*\*\* अभिकारकों व उत्पादों को अनुसृत्य के अनुसार प्रदर्शित करते हैं। इन्हें अनुसृत्य करते हैं (यदि उनही अवस्था में प्रदर्शित करने की हो तो कोष्ठक लगाकर रीढ़ के लिए (g) वा l, द्रव के लिए (l) व द्रव के लिए (s) लिख देते हैं। बहुतों केवल रीढ़ अवस्था ही ] लगाकर प्रदर्शित कर दी जाती है। संघटन के उत्तर साइबोराइड बनने की विद्या निम्न प्रकार से प्रदर्शित की जाती है :



(रासायनिक समीकरण)

\*\*\*\*\* समीकरण को संतुलित करते हैं अर्थात् प्रत्येक प्रकार के परमाणुओं की कुल संख्या समीकरण के दोनों ओर बराबर रही जाती है।

यह गणना ऐसे की जाती है :



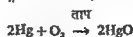
पारे तथा ऑक्सीजन की रासायनिक क्रिया को पहले की भांति समीकरण के रूप में लिखने में एक कठिनाई आती है क्योंकि यह ज्ञात है कि मरकरी ऑक्साइड के अणु में केवल एक मरकरी या परमाणु व एक ऑक्सीजन का परमाणु होता है। अतएव, ऑक्सीजन के एक घने द्रुम परमाणु को कैसे दिखाया जाय ?



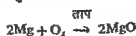
पारा    ऑक्सीजन    पारे की ताप भस्म

(रासायनिक समीकरण)

इस कठिनाई को दूर करने के लिए पारे के दो परमाणु लेते हैं :



इसी प्रकार मैग्नीशियम के साथ में जलने पर मैग्नीशियम ऑक्साइड बनने की क्रिया को भी दो मैग्नीशियम के परमाणु लेकर समीकरण द्वारा प्रदर्शित करते हैं :



समीकरणों को संतुलित करने के लिए हमें योगिकों में अणुओं की रचना का ज्ञान होना आवश्यक है।





यहाँ पर कुछ बहुधा प्रयोग में आने वाले योगिकों के अणुओं की रचना दी जा रही है। यह किस प्रकार ज्ञात की जाती है यह कुछ अगली इकाइयों में पढ़ने (मॉड्यूल 3.5)।

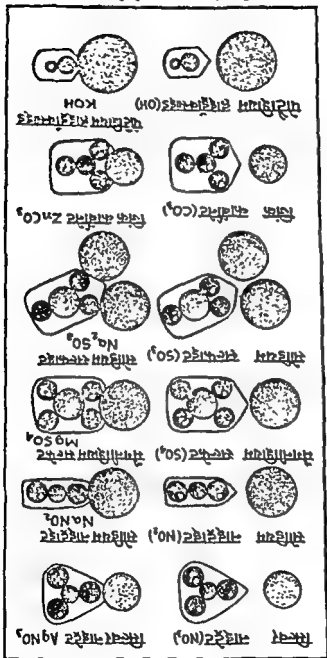
अणुओं की रचना में परमाणु किस अनुपात में संयुक्त होते हैं ?

3.7 अणुओं में परमाणुओं की संख्या रासायनिक क्रियाओं के मासमूलक अनुपात के परिणामों से गणना करके ज्ञात की जाती है (यह कुछ अगली इकाइयों में पढ़ने)।

इन गणनाओं के आधार पर वैज्ञानिकों ने यह पाया कि अनु बनने समय विभिन्न तत्वों के परमाणु हमेशा निश्चित अनुपात में ही संयुक्त होते हैं। हम इसे हाइड्रोजन के साथ योगिकों के उदाहरण लेते हैं—

#### मॉड्यूल 3.5

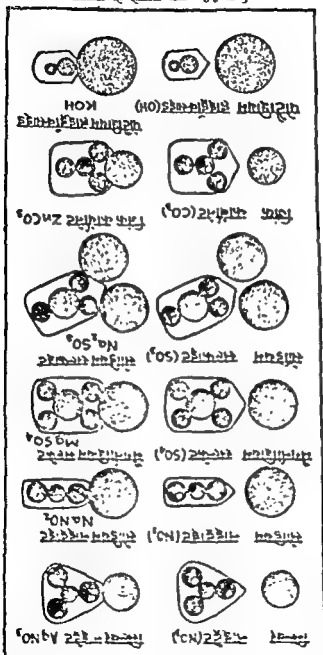
योगिक	अणु सूत्र	मूलक अनु रचना
1. हाइड्रोक्लोरिक एसिड	HCl	HCl 
2. जल	H <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O 
3. अमोनिया	NH <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub> 
4. मीथेन	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub> 



3.8 तब तो संयोजकता निम्न-निम्न क्यों होती है ?

वैकृतिकी में एक ही कारण तब की परमाणु की संयोजकता के अन्वयन के आधार पर वर्गीकृत है। यह तब तब की संयोजकता से प्रभावित है कि यह परमाणुओं में





1. The reaction of a salt with a reagent to form a product is shown in the diagram. The chemical formula of the product is written below the diagram.

[illegible][illegible]

क अज्ञात है। ज्ञात है :  $[NO_2]^{-1} [PO_4]^3$

३.६—मार्गः ३.६  
 १। शेषः—  
 ये मयः गीतः व जगत् मयः वाः  
 २५०

$$\left\{ \begin{array}{l} (2, +) \\ (2, -) \\ (2, +) \\ (2, -) \end{array} \right\} \quad \left\{ \begin{array}{l} (6, +) \\ (2, +) \\ (2, -) \\ (6, -) \end{array} \right\}$$

ለጋላ ምክር ቤት

$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

[illegible]

As <sup>++</sup>	Cu <sup>++</sup>	Fe <sup>++</sup>	Cr <sup>++</sup>
आर्सेनिक	कूपर (ताम्र)	लोहा (लौह)	क्रोमियम
Hg <sup>+</sup>	बिना (वर्णक)		
मरकुर (वर्ण)			

५२।१४५४ +  
५३ +  
५४ +

मृत्तिकाश्च  
Mg ++  
H<sub>2</sub>O ++

शरीर (फीक) Fe ++

$$+ + \text{UZ} \quad (\text{sh}) \quad \text{DZ} \quad + \text{F}_1 \quad \text{LFLFLFL} \quad \text{DPLDL}$$

(a)  $\frac{1}{2}$  (b)  $\frac{1}{2}$  (c)  $\frac{1}{2}$  (d)  $\frac{1}{2}$  (e)  $\frac{1}{2}$

2.  $\frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} m v^2 \right) = \frac{1}{2} m \frac{d}{dt} (v^2) = \frac{1}{2} m \frac{d}{dt} (v \cdot v) = \frac{1}{2} m \left( \frac{dv}{dt} \cdot v + v \cdot \frac{dv}{dt} \right) = m v \cdot \frac{dv}{dt} = m v \cdot a = m \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} v^2 \right) = \frac{d}{dt} \left( \frac{1}{2} m v^2 \right)$

— — — — —

$\text{CH}_3\text{COO}^-$  का 2 प्रतिशत,  $\text{SO}_4^{2-}$  का 2 प्रतिशत,  $\text{CO}_3^{2-}$  का 2 प्रतिशत,  $\text{PO}_4^{3-}$  का 2 प्रतिशत

—

— ON २३/११/६३  
— HC २४/११/६३

2 1231k  
2531k

231132	11	11
231133	11	11

$\frac{1}{\sqrt{2}}$





8. निम्न अभिक्रियाओं को रासायनिक समीकरणों से प्रदर्शित करो :

1. कैल्सियम कार्बोनेट + हाइड्रोजेनक्लोरिक अम्ल

= कैल्सियम क्लोराइड + कार्बन डाइऑक्साइड

2. हाइड्रोजन + नाइट्रोजन = अमोनिया

3. फास्फोरस + आक्सीजन = फास्फोरस आक्साइड

4. कापर सल्फेट + लोहा = फेरस सल्फेट + कापर

5. लैंड नाइट्रेट + ताप

= लैंड ऑक्साइड + नाइट्रोजन डाइ ऑक्साइड + ऑक्सीजन

9. क्या विभिन्न प्रकार के अणुओं की त्रिविम (Three Dimensions) द्वारा प्रदर्शित किया जा सकता है ? कार्बन डाइऑक्साइड तथा अमोनिया का उदाहरण देते हुए स्पष्ट करो ।

**प्रयोगशाला क्रियाएं तथा ध्यानार्थ**

1. एक ग्राम बेरियम नाइट्रेट एवं एक ग्राम मरक्यूरिक नाइट्रेट को एक कठोर कांच की परछनली में तीव्रज्वाला में गर्म करो जिसमें विच्छेदन क्रिया सम्पूर्ण हो जाये। बची हुई ठोस आक्साइड की मात्रा को ज्ञात करो ।

1. लवण अवस्था में आक्साइड तथा नाइट्रेट की मात्रा में अनुपात ज्ञात करो ।

2. प्रत्येक अवस्था में नाइट्रेट तथा ऑक्सीजन के आयतन की मात्रा में अनुपात ज्ञात करो ।

3. मरक्यूरिक ऑक्साइड को विच्छेदित कर मरकरी की मात्रा ज्ञात करो ।

2. एक ग्राम बेरियम कार्बोनेट के साथ हाइड्रोजेनक्लोरिक अम्ल की क्रिया मिश्रण में कराओ । प्राप्त होने वाली गैस का आयतन मापों ।

3. एक ग्राम जिंक नाइट्रेट से बिल्टने मिली ऑक्सीजन गैस निकलती है ज्ञात करो ।

4. दो ग्राम जिंक से प्राप्त होने वाली हाइड्रोजन का आयतन ज्ञात करो ।

**विज्ञान शतक क्रियाएं**

1. दैनिक जीवन में प्रयोग आने वाले पाच तत्वों, दस यौगिकों व पाच मिश्रणों के उदाहरण उनके स्रोत, सूत्र तथा उपयोग सहित भिन्न पत्रिका पर लगाओ ।

2. प्रयोगशाला में निम्न तत्वों की अभिक्रियाओं से यौगिक बनाओ । सोडियम, फॉस्फोरस, गंधक, जस्ता ।

3. उक्त प्रयोग में बनने वाले यौगिकों की जल तथा हाइड्रोजेनक्लोरिक अम्ल में क्रिया कराओ । साथ में बनने वाले यौगिक के गुणों का अध्ययन करो तथा समीकरण लिखो ।

4. मिट्टी में पाये जाने वाले कम से कम तीन अवयवों को अलग करो तथा प्रयोगों द्वारा ज्ञान करो कि प्रत्येक अवयव तत्व है या यौगिक या मिश्रण ।

5. कृषि रसायन की पुस्तक में देखकर ज्ञात करो कि पौधों को विशेषकर बौन-बौन में तत्वों की आवश्यकता होती है । यह तत्व बौनें यौगिकों के रूप में पौधों द्वारा ग्रहण किए जाते हैं ?

6. दीव रासायनिकों में लेकर आज तक तत्वों के प्रदर्शित करने की मार्गदर्शक प्रणालियों का तुलनात्मक चार्ट तैयार करने का प्रयास करो ।

1. निम्न पदार्थों से शुभ परिचित हो—

- (1) यामु
- (2) इस्पात
- (3) ज्वाला
- (4) फाँच
- (5) जस्ता
- (6) सोहा
- (7) जल

इनसे कौन से पदार्थ सत्व हैं :

- (अ) 2 व 3 के अतिरिक्त सारे
- (ब) केवल 1, 5 व 6
- (स) केवल 5 व 6
- (द) केवल 1 व 2
- (इ) केवल 2, 5, 6 व 7

( 2 )

2. साधारणतः जिस धातु का केवल द्विसंयोजक भूलक नहीं होता वह है—

- (अ) कैल्सियम
- (ब) सोहा
- (स) मैगनीशियम
- (द) बेरियम
- (इ) जिंक

( 1 )

3. किसी मिश्रण को उसके अणुओं ने पुष्कल करने के लिए निम्न गुणों का प्रयोग करते हैं—

- (1) चुम्बकीयता
- (2) घुलनशीलता
- (3) घनत्व
- (4) ऊर्ध्वपातन

इनमें से कौनसी विकल्पनाएँ सत्य हैं—

- (अ) चारों
- (ब) केवल 1, 2, व 4
- (स) केवल 2, 3 व 4
- (द) 1, 2 व 3
- (इ) कोई और युग्म

( 1 )

4. 'संयोजकता' शब्द का सर्वप्रथम प्रयोग किया था ।

- (अ) लेवोशिये
- (ब) वेकर ने
- (स) गेबल ने
- (द) फ्रैंकलैण्ड ने
- (इ) जे. रे ने

( 1 )

उत्तर : 1—(स) 2—(ब) 3—(अ) 4—(द)

## रासायनिक संयोग के नियम व डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त

हमने पिछली इकाइयों में पदार्थों की रचना व अवस्था परिवर्तनों का अध्ययन किया तथा ये निष्कर्ष निकाले -

- (1) तरबों के छोटे से छोटे कण परमाणु व यौगिक के छोटे से छोटे कण अणु होते हैं।
- (2) पदार्थों के अवस्था परिवर्तन में अणुओं के प्रचलन में व रासायनिक परिवर्तनों में उनकी संरचना में परिवर्तन हो जाता है।

इस इकाई में अनेकों रासायनिक क्रियाओं के मास्रात्मक अध्ययन के परिणामों पर विचार करेंगे और परिणामों में नियमितताओं को धोखेंगे व उनके कारणों का अनुमान लगाएंगे।

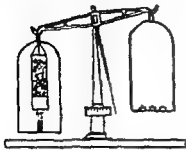
**4.1** तुम लैवोगिये महोदय के कुछ प्रयोगों से परिचित हो। तुम्हें याद होगा कि उन्होंने पारे के लाल ऑक्साइड को गर्म करने वाले प्रयोग में गैसों के आयतन मापे थे। इसी प्रकार उन्होंने अनेकों रासायनिक क्रियाओं में भाग लेने वाले व बनने वाले पदार्थों की मात्रा में परिवर्तन की गणना के मापन के परिणामों (इन्हें मास्रात्मक अध्ययन कहते हैं) से यह प्रदर्शित किया कि रासायनिक क्रियाओं में भाग लेने वाले पदार्थों के कुल भार में परिवर्तन नहीं होता। लोमोनोसोव नाम के रूसी वैज्ञानिक ने तो इसे नियम के रूप में 1756 में ही प्रस्तुत कर दिया था।

यहाँ तुम्हें यह ध्यान तो आया ही होगा कि भोमवत्सी ने या बोयले के जल 'त्राने' पर केवल मात्र थोड़ी सी राख ही बच रहती है तब यह नियम कैसे ठीक हो सकता है कि रासायनिक क्रियाओं में भाग लेने वाले पदार्थों के कुल भार में परिवर्तन नहीं होता? इससे निम्न तुम सकते हो :-

---

\* इकाई 1 में हमने 'नियम' शब्द को प्रयोग करने का प्रस्ताव दिया था।

चित्र 4.1 के अनुसार तुना के एक पलड़े पर मोमबत्ती इस प्रकार रखी कि मोमबत्ती के जलने से बनने वाले पदार्थ सिलिण्डर में तोड़े की नाली में रखे हुए कैल्शियम ऑक्साइड के टुकड़ों व सोडा लाइम तथा काँच की ऊन के मिश्रण के संसर्ग में आते रहें।



चित्र 4.1—मोमबत्ती के जलने पर भार में वृद्धि

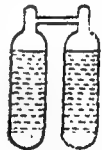
मोमबत्ती के जलाने पर तुम देखोगे कि भार में वृद्धि होने लगती है। कहा तो तुम्हारे प्रतिदिन के अनुभव से प्रतीत होता था कि मोमबत्ती के जलने पर भार में कमी तो क्या, वह तो पूरे भार सहित समाप्त ही हो जाती है। किन्तु अब तो यह स्पष्ट दिखायी पड़ता है कि भार में वृद्धि होती जाती है। लेवोशिये द्वारा प्रस्तावित ज्वलन क्रिया के आधार पर हमें सरलतापूर्वक समझा जा सकता है। जलने के समय वायु से ऑक्सीजन लेकर होने वाली क्रिया तुम्हें विदित ही है



भार पड़ने का कारण वायु की ऑक्सीजन का क्रिया में भाग लेना है।

इसी प्रकार के अनेकों उदाहरणों को ध्यान में रखकर लैव्होसिए नामक वैज्ञानिक पन्द्रह वर्षों (1893 से 1908) तक यह जाँच करने के लिए कठिन परिश्रम करते रहे कि क्या रासायनिक अभिक्रियाओं के समय अभिकारकों व उत्पादों के कुल भार में कमी या वृद्धि होती है तो क्या यह प्रयोग की किसी त्रुटि के कारण होता है या पदार्थ 'नष्ट' हो जाता है ?

उन्होंने अपने प्रयोगों में विशेष पात्र का उपयोग किया जो चित्र 4.2 में दिखाया गया है। ऐसे ही दो पात्रों में एक ओर मिलकर नाइट्रेट व क्लोरी और पोटेशियम क्लोराइड जैसे अभिकारक लिये। इन्हें एक करोड़वें भाग के परिवर्तन तक के सूक्ष्म परिवर्तन को पढ़ने करने की क्षमता वाली तुना के दोनों पलड़ों में रखा तथा तुना को संतुलित किया। अब एक पात्र को टेढ़ा करके अभिक्रिया कराई। आवश्यकतानुसार टेढ़े होने के पश्चात् उन्होंने पाया कि अभिक्रिया के कारण भार में एक करोड़वें भाग में कम ही अन्तर आया। उन दिनों हमने अधिष्ठ सूक्ष्म मातृ तुना उपलब्ध होने की सम्भावना न होने के कारण उन्होंने कहा कि 'पदार्थ के अविनाशी होने के नियम को प्रायोगिक आधार पर स्थापित मान लेना चाहिए'।



इस नियम को इन शब्दों में भी रखा जा सकता है :

रासायनिक अभिक्रियाओं में न तो द्रव्य नष्ट होता है और न ही उत्पन्न होता है।

चित्र 4.2—लैव्होसिए की तुना

4.2 रासायनिक अभिक्रियाओं के मात्रात्मक अध्ययनों के कुछ परिणामों का एक उदाहरण भारतीय 4.1 में दिया गया है। इन्टे स्ट्रक्चर (1860) नामक वैज्ञानिक द्वारा प्रस्तावित किया गया था। इन्होंने निम्नलिखित शब्दों को परिभाषित किया कि रासायनिक अभिक्रिया द्वारा द्रव्य नष्ट नहीं होता।



### 4.3 क्या तब केवल एक ही निश्चित अनुपात में संयोग करते हैं ?

तत्वों के निश्चित अनुपात में संयोग करके यौगिक बनाने के नियम से वैज्ञानिकों को यह प्रतीत हुआ कि प्रकृति ने तत्वों के संयोजन की सीमा निश्चित कर दी है। जैसे एक ग्राम लैंड को लगभग  $450^\circ$  सें. तक चाहे कितने ही समय तक गर्म किया गया, 1.103 ग्राम लाल धूर्ण (लाल लैंड ऑक्साइड) ही प्राप्त होता है। जे. रे (1630) ने इसे इन शब्दों में कहा, "प्रकृति ने जो सीमाएं बांधी हुई हैं उन्हें वह कभी नहीं तोड़ती।" किन्तु यह भी देखा गया कि एक ग्राम लैंड को लगभग  $750^\circ$  सें. तक गर्म किया जाय तो 1.078 ग्राम से अधिक लैंड ऑक्साइड नहीं बनता, इसका रंग पीला होता है।

अब प्रश्न उठता है कि क्या प्रकृति ने लैंड व ऑक्सीजन के संयोग के लिए दो सीमाएँ निश्चित की है? एक लाल ऑक्साइड के लिए तथा दूसरी पीले ऑक्साइड के लिए?

दोनों यौगिकों में संयुक्त होने वाली ऑक्सीजन व लैंड की मात्राओं को इस प्रकार भी लिखा जा सकता है।

सारणी 4.2

यौगिक	ऑक्सीजन का भार	लैंड का भार
लैंड का लाल ऑक्साइड	64 भाग	621 भाग ( $3 \times 207$ )
लैंड का पीला ऑक्साइड	64 भाग	828 भाग ( $4 \times 207$ )

इस प्रकार कार्बन के दोनों ऑक्साइडों में भी कार्बन व ऑक्सीजन के संयोग के लिए 'दो सीमाएँ' हैं :

सारणी 4.3

यौगिक	ऑक्सीजन का भार	कार्बन का भार
कार्बन मोनोक्साइड	64 भाग	24 भाग ( $2 \times 12$ )
कार्बन डाइऑक्साइड	64 भाग	48 भाग ( $4 \times 12$ )

नाइट्रोजन के यौगिकों में तो प्रकृति द्वारा पाँच सीमाएँ लगाई गई प्रतीत होती हैं :

#### सारणी 4.4

यौगिक	नाइट्रोजन का भार	ऑक्सीजन का भार
नाइट्रोजन मीनोक्साइड	14 भाग	8 (1 × 8)
नाइट्रिक ऑक्साइड	14 भाग	16 (2 × 8)
नाइट्रोजन डाइऑक्साइड	14 भाग	24 (3 × 8)
नाइट्रोजन ट्राइऑक्साइड	14 भाग	32 (4 × 8)
नाइट्रोजन पेण्टाऑक्साइड	14 भाग	40 (5 × 8)

इन परिणामों में हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि 'तत्त्व एक से अधिक अनुपात में भी संयोग करते हैं।' क्या यह निष्कर्ष पहले नियम के विरुद्ध पड़ता है? ध्यान पूर्वक देखने में तुम समझ सकते हो कि निश्चित अनुपात का नियम किसी एक यौगिक के लिए तत्त्वों के एक निश्चित अनुपात में संयोग करने के लिए है। तत्त्वों के एक से अधिक अनुपातों में संयोग करने से एक से अधिक यौगिक भी बनते हैं। अतएव, हमारा यह निष्कर्ष कि तत्त्व एक से अधिक अनुपातों में भी संयोग करते हैं, एक यौगिक की रचना के लिए न होंकर एक से अधिक यौगिकों के लिए है।

#### 4.4 तत्त्व एक से अधिक अनुपातों में संयोग करते समय भी क्या किसी नियम का पालन करते हैं?

सारणी 4.2, 4.3 व 4.4 में प्रयोगों से प्राप्त परिणामों को इस प्रकार व्यवस्थित किया गया है कि तुम सरलतापूर्वक यह देख सकते हो कि—

- (1) ऑक्सीजन के निश्चित भार (64 भाग) में संयोग करने वाले सौंद के दोनो भारों में 621 : 828 का अनुपात है। यह सरल रूप में 3 : 4 है।
- (2) ऑक्सीजन के निश्चित भार में संयोग करने वाले कार्बन के भार में भी आराम में सरल अनुपात 1 : 2 है।
- (3) नाइट्रोजन के निश्चित भार में संयोग करने वाले ऑक्सीजन के विभिन्न भारों में भी सरल अनुपात है।

इसी प्रकार अनेकों यौगिकों के अध्ययन में भी वही पाया गया कि किसी एक तत्त्व के निश्चित भार में संयोग करने वाले दूसरे तत्त्व के विभिन्न भारों में भी सरल सम्बन्ध रहता है। इस गुणित अनुपात के नियम के रूप में सर्व प्रथम 1802 के मध्यम हायड्रन मॉलेयर ने इस प्रकार प्रस्तुत किया :



“यदि दो तत्त्व संयोग करके एक से अधिक यौगिक बनते हैं तब एक तत्त्व निश्चित भार से संयोग करने वाले दूसरे तत्त्व के भिन्न-भिन्न भारों में सरल अनुपात होता है।”

अभी तक तुमने ऐसे यौगिकों की रचना का ही अध्ययन किया है जिनमें केवल दो तत्त्व संयोग करते हैं। तुमने देखा कि यौगिक की रचना के लिए—

- (1) तत्त्वों के निश्चित अनुपात में संयोग करने पर ही यौगिक बनता है।

अथवा, इसे ही दूसरे शब्दों में इस प्रकार कह सकते हैं—किसी भी यौगिक में उसके अभयवी तत्त्व केवल एक निश्चित अनुपात में ही पाए जाते हैं।

उदाहरणार्थ—हम कहेंगे भी, कभी भी शुद्ध लाल लैंड ऑक्साइड लें, उनमें लैंड व आक्सीजन के भार 1 : 103 के अनुपात में ही मिलेंगे।

- (2) एक तत्त्व के निश्चित भार से संयोग करने वाले दूसरे तत्त्व के भिन्न-भिन्न भारों से सरल अनुपात रहता है।

अब हम ऐसे यौगिकों का उदाहरण लेते हैं जिनके बनने में तीन तत्त्व भाग लेते हैं। जैसे—सल्फर डाइऑक्साइड व जल। सल्फर डाइऑक्साइड सल्फर व ऑक्सीजन से तथा हाइड्रोजन व आक्सीजन के संयोग से जल बनता है। यहां दो यौगिकों के बनने में तीन तत्त्व भाग ले रहे हैं।

### जॉन डाल्टन

(1766-1844—ब्रिटिश)

जॉन डाल्टन अपने समय के सबसे प्रभावशाली वैज्ञानिक थे। वे एक स्कूल अध्यापक थे। 12 वर्ष की आयु से ही उन्हें जीविकोपार्जन के लिए ट्यूशन करनी पड़ी थी। डाल्टन का आध्विक सिद्धान्त उनकी प्रमुख व प्रथम परिकल्पना थी। आज का सर्वमान्य आध्विक सिद्धान्त उनके मूल सिद्धान्त की देन है। उन्होंने गैसों के आसिक दबाव का नियम तथा गणित अनुपात का नियम व्यक्त किये।



जॉन डाल्टन

#### 4.5 दो से अधिक तत्त्वों के संयोग में प्रकृति ने क्या सीमाएं लगाई हैं ?

यह प्रश्न सहज ही वैज्ञानिकों के विचार में आया। इसके उत्तर के लिए अनेकों प्रयोग किये गए तथा प्राप्त परिणामों के आधार पर एक अत्यन्त रोचक सम्बन्ध ज्ञात हुआ।

यह सम्बन्ध इन दो अनुपातों के बीच है—

- (1) जिनमें तत्त्व अ व ब मोठे संयोग करने हैं (जिनमें तुमने स्थिर अनुपात के नियम में देखा था)।

- (2) जिन्हें दो अथवा दोपह तीनरे तत्व के निश्चित भार में संयोग करते हैं। जैसे—  
 अम में हाइड्रोजन व ऑक्सीजन के भारों में अनुपात 1 : 8 है तथा हाइड्रोजन व  
 सल्फर के उन भारों में 1 : 16 है जो अणुओं के निश्चित भार में संयोग करते हैं।

$$\text{पहला अनुपात} = \frac{1}{8}$$

$$\text{दूसरा अनुपात} = \frac{1}{16}$$

$$\text{दोनों अनुपातों में अनुपात} = \frac{1}{8} : \frac{1}{16}$$

$$= 2 : 1$$

तत्वों के भारों में इस प्रकार के सम्बन्ध को डाल्टन अनुपात का नियम कहते हैं। इसे डीब्रीगियस महोदय ने लगभग 1810 में अनेक गणनाओं के आधार पर प्रस्तुत किया। दो व तीन तत्वों के संयोग में इनके सरल नियमों को देख कर वैज्ञानिकों को उत्पन्न हुआ कि क्या तीन से अधिक तत्वों में, तत्वों के भारों में भी कोई सरल सम्बन्ध है? इस जिज्ञासा के कारण वैज्ञानिकों ने अनेकों योगिकों के उदाहरण लेकर उनमें तत्वों के संयोग करने वाले भारों को सङ्कलित किया। (इस इनके परिणामों पर अगली इकाइयों में विचार करेंगे।)

वैज्ञानिकों को सबसे अधिक आश्चर्य की बात यह लगी कि तत्वों के संयोग में इतनी नियमितता कैसे है? इसमें डाल्टन प्रमुख थे।

डाल्टन ने विचार किया कि अवश्य ही यह उनके छोटे से छोटे कणों का परमाणुओं के स्वभाव पर निर्भर होगी। उन्होंने 1808 में तत्वों के संयोग की इस आश्चर्यजनक नियमितता को समझाने के लिए उनके परमाणुओं के स्वभाव व व्यवहार के विषय में कुछ कल्पनाएँ की जो निम्न हैं—

1. परमाणु द्रव्य के वे आन्तरिक कण हैं जिनको किसी भी रासायनिक क्रिया द्वारा विभाजित नहीं किया जा सकता।
2. किसी एक तत्व के परमाणु समान होते हैं, विशेष रूप से भार में।
3. विभिन्न तत्वों के परमाणुओं में अंतर होता है तथा उनके भार भिन्न होते हैं।
4. विभिन्न परमाणुओं के सरल अनुपातों में संयुक्त होने से योगिक बनते हैं।
5. तत्वों के संयोग करने वाले भार उनके संयोग करने वाले परमाणुओं का भार दर्शाते हैं।

डाल्टन द्वारा परमाणुओं की परिकल्पना के आधार पर पदार्थों के व्यवहार का समझाने के प्रयास को 'डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त' कहते हैं। इसमें परमाणुओं की प्रकृति व संयोग के विषय में दिये गये अनुमानों को डाल्टन के परमाणु सिद्धान्त की सत्यताएँ कहते हैं।

46 इस सिद्धान्त के अनुसार रासायनिक संयोग के नियमों को कैसे समझाया जा सकता है?

1. द्रव के अविनाशी होने का नियम

पहली सफलता के अनुसार क्योंकि परमाणुओं को किसी भी रासायनिक क्रिया द्वारा

## जोसेफ लुई गे-लूसैक

( 1778-1850—फ्रांसीसी )

अपने विरसम्मत गंभीर धारण के अतिरिक्त गे-लूसैक ने कार्बनिक तथा अकार्बनिक रसायन विज्ञान में भी मौलिक शोधन कार्य किया। आयोडीन और साएनाइड पर उनका कार्य प्रायोगिक शोध के प्रतिरूप है। उन्होंने बोरिक अम्ल से थोरोन प्राप्त किया और यह प्रदर्शित किया (जैसा कि पहले विश्वास किया जाता था) कि अम्ल में आक्सीजन की उपस्थिति आवश्यक नहीं है। गे-लूसैक ने तकनीकी महत्व का बहुत कार्य किया जिसके फलस्वरूप सोडियम, पोटेशियम तथा गंधक बना। सर्वप्रथम उन्होंने यह प्रकाशित किया कि किस प्रकार लकड़ी तथा थोरेक्स की अभिव्यक्ति से हम न जलने वाली लकड़ी बना सकते हैं। इस तरह से उन्होंने रासायनिक विश्लेषण, अम्ल-क्षार सिद्धान्त तथा कार्बनिक रसायन में महत्वपूर्ण योगदान दिया।



जोसेफ लुई गे-लूसैक

विभाजित नहीं किया जा सकता अतएव वे नष्ट नहीं होते। इसी कारण रासायनिक क्रियाओं के कुल भार में अन्तर नहीं आता।

### 2. स्थिर अनुपात का नियम

संकल्पना के अनुसार दो तत्वों के संयोग के समय उनके परमाणु सरस अनुपातों में संयोग करेंगे। क्योंकि दोनों प्रकार के परमाणुओं के भार समान व निश्चित हैं, तत्वों के संयोग करने वाले भार भी निश्चित होंगे।

### 3. गुणित अनुपात का नियम

मान लो तत्व क का मिलकर दो यौगिक बनाते हैं। इनमें पहले यौगिक में क तत्व के परमाणुओं की संख्या अ व तत्व ख के परमाणुओं की संख्या ब संयोग करती है।

दूसरे यौगिक में क तत्व के परमाणुओं की आ व तत्व ख की बा संख्या परमाणु संयोग करने हैं।

अतः मान कर कि क तत्व के प्रत्येक परमाणु का भार  $k$  व ख तत्व के प्रत्येक परमाणु का भार  $x$  हो, हम दोनों यौगिकों में क व ख के संयोग करने वाले भारों के अनुपात को इस प्रकार लिख सकते हैं :

पहले यौगिक में :  $k a : b x$

तथा दूसरे यौगिक में :  $k A : B x$

इससे हम इस प्रकार भी लिख सकते हैं -

पहले यौगिक में  $k a : \frac{b}{A} k$

तथा दूसरे योगिक से  $v' : \frac{v}{a}$  से

तत्त्व क के निम्नित भार में मयोग करने वाले तत्त्व ख के विभिन्न भारों में अनुपात :

$$- \frac{v}{a} : \frac{va}{a}$$

हाल्टन की चौथी मर्यादा के अनुसार  $\frac{v}{a}$  व  $\frac{va}{a}$

सम अनुपात है। अतएव  $\frac{v}{a}$  तथा  $\frac{va}{a}$  में भी सम अनुपात ही होगा।

4.7 रासायनिक क्रियाओं व योगिकों के बहुत से उदाहरण तुम्हारे सम्मुख आ चुके हैं। ये लगभग सभी द्रव अथवा ठोस अवस्था के रहे हैं। कदाचित तुम्हारे मन में यह प्रश्न भी उठा हो कि—क्या गैस अवस्था में भी रासायनिक क्रियाएँ होती हैं? यदि ऐसा होता है तो क्या वह भी किन्हीं नियमों का पालन करती है?

हाल्टन द्वारा परमाणु सिद्धान्त से ठोस व द्रव अवस्था के योगिकों में तत्त्वों के मयोग के नियमों को समझाने के प्रयास ने इस समय के वैज्ञानिक वा ध्यान गैस व्यवस्था में होने वाली क्रियाओं की ओर आकर्षित किया। 1808 में गे-ल्यूमेक महोदय ने हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, क्लोरीन, नाइट्रोजन, आदि गैसों के मयोग का अध्ययन किया। गैसों का आयतन ज्ञात करना सरल होता है। अतएव, उन्होंने गैसों के मयोग के अध्ययन में आयतनों की गणना की। उदाहरण के लिए दो प्रयोगों के परिणाम यहाँ देने हैं। उन्होंने विद्युत विस्फुटन द्वारा हाइड्रोजन व ऑक्सीजन के गैसों के विभिन्न आयतनों में क्रिया कराई :

सारणी 4.5

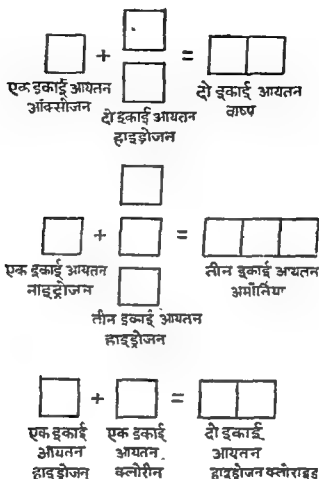
ऑक्सीजन का आयतन	हाइड्रोजन का आयतन	सयोग में काम आई गैसों का आयतन		बची हुई गैस व उसका आयतन
		ऑक्सीजन	हाइड्रोजन	
100 इकाई	300 इकाई	100 इकाई	200 इकाई	हाइड्रोजन 101 भाग
200 "	200 "	100 "	200 "	ऑक्सीजन 101 7 भाग

सारणी 4.5 के अनुसार 100 इकाई आयतन ऑक्सीजन में 200 इकाई आयतन के समग्र हाइड्रोजन मयोग करती है। ऑक्सीजन या हाइड्रोजन में जो भी अधिकता में होती है, वही बच रहती है। 100 इकाई आयतन ऑक्सीजन व 200 इकाई आयतन हाइड्रोजन के मयोग में तुम किन्ते आयतन बाष्प बनने की अपेक्षा करने हो?

सम्भव है  $100 + 200 = 300$  इकाई आयतन

किन्तु सभी प्रयोगों में केवल 200 इकाई आयतन बाष्प प्राप्त होती है। इन सभी प्रयोगों के पूर्व व उपरान्त गैसों के आयतनों को ताप व दाब की समान अवस्था में लाकर ही नापा जाता है।

प्रति इकाई इस चित्र द्वारा इस प्रकार दर्शाया जा सकता है :



चित्र 43—गैसों का आपतनिक संयोग

इन परिणामों में हम देखते हैं कि अभिक्रिया में उत्पाद का आयतन अभिकारकों के आयतन के योग में बराबर होना आवश्यक नहीं। किन्तु फिर भी अभिक्रिया करने वाली गैसों व उष्मायित गैस के आयतनों में सरल अनुपात रहता है। इस प्रकार के अनेकों परिणामों के आधार पर हमें प्राप्ति आयतनों के सरल सम्बन्ध को हम से-लुमैक के आयतनों के सम्बन्ध के नियम के रूप में जानते हैं। शब्दों में कहा जा सकता है :

गैसों की अभिक्रियाओं में अभिकारक गैसों तथा उत्पाद के आयतनों में (यदि वे भी गैस अवस्था में हों) सरल अनुपात रहता है। इसके लिए इन आयतनों का मापन दाब व ताप की समान अवस्था में करना आवश्यक है।

इस नियम को वायुन के निम्नलिखित के अनुसार समझने के प्रयास में क्या कठिनाइयाँ आईं तथा किम प्रकार उन्हें परिणामों की सटीक बनाना संभव नहीं प्रतीत होता इसमें से हमें पता चलेगा।

#### 4.8 आधुनिक अनुसंधानों के प्रकाश में डाल्टन का सिद्धान्त

सुम पत्रिका द्वारा मे पत्र पुरे हो कि विज्ञान के सभी सिद्धान्त सभी तरह मान्य रहते है जब तक वे इन तथ्यों को नहीं मंगल रूप में समझा सकें। अन्यथा उनमें उचित परिवर्तन कर दिया जाता है। यदि यह सम्भावना हो तो पुराने सिद्धान्त को छोड़कर नए सिद्धान्त अपना लिये जाते हैं। इस दृष्टि से डाल्टन के सिद्धान्त में निम्न संशोधनों पर विचार करने है।

1. यह तो सुद्धे भौतिकी-रसायन ज्ञान है कि आजकल अनेकों विधियों में परमाणुओं के भजन की क्रिया का परमाणु एवं हाइड्रोजन बमों व परमाणु विजनीयों में उपयोग किया जाता है। किन्तु इनमें से कोई भी विधि रासायनिक क्रिया पर आधारित नहीं है। अतएव, यद्यपि परमाणु को हमारे मूल द्रोक मान्य के अर्थ 'अटूट' के श्रिणेत विभाजित तो किया जा सकता है किन्तु रासायनिक क्रिया द्वारा सम्भव नहीं हुआ है। डाल्टन की पहली संशोधनाओं अब भी ठीक है।
2. यह ज्ञान किया जा चुका है कि तत्वों के सभी परमाणु भार में समान नहीं होते। इन्हें समस्थानिक (Isotope) कहते हैं। इनके विषय में सुम हमारे द्वारा में पढ़ोगे। अतएव, डाल्टन के सिद्धान्त की दूसरी संशोधना ठीक नहीं मानी जा सकती।
3. इसी प्रकार ऐसे परमाणु भी ज्ञान किये जा चुके हैं जिनके भार तो समान हैं किन्तु वे एक ही तत्व के परमाणु नहीं हैं। इन्हें समभारिक (Isobar) कहते हैं। यह तथ्य डाल्टन की तीसरी संशोधनाओं को असम्यक दर्शाता है।
4. नई खोजों से निश्चित हो चुका है कि परमाणु हमेशा ही सरल अनुपात में संयोग नहीं करने। कार्बन, हाइड्रोजन व नाइट्रोजन के अनेक कार्बनिक यौगिकों में यह संयोग मग्न अनुपात में नहीं होता। अतएव, डाल्टन की चौथी संशोधना भी ज्ञान तथ्यों के अनुसार अब ठीक नहीं रहती।

डाल्टन का सिद्धान्त चाहे आज के वैज्ञानिक ज्ञान के अनुसार ठीक न टहने, किन्तु हम कारण विज्ञान की प्रगति में इसके योगदान का महत्त्व कम नहीं होता।

#### गुनरायलोकन

पदार्थों का गुणात्मक अन्वेषण करने के बाद रसायनज्ञों का ध्यान मात्रात्मक अध्ययन की ओर आवृत्त हुआ। इस अध्ययन में विशेष रूप में निम्न पर सामान्यीकरण प्राप्त हुए जिन्हें रासायनिक संयोग के रूप में जाना जाता है।

1. रासायनिक क्रियाएं होने समय अभिकारकों की सम्पूर्ण मात्रा में अन्तर नहीं आता है।
2. तत्व की निश्चित मात्रा हमेशा दूसरे तत्व की निश्चित मात्रा में संयोग करने विशेष दोगुना बनाती है। अथवा प्रत्येक यौगिक का मात्रात्मक मगटन निश्चित रहता है।
3. एक तत्व की निश्चित मात्रा से दूसरे तत्व की संयोग करने वाली विभिन्न मात्राओं में मग्न अनुपात रहता है।
4. एक तत्व की निश्चित मात्रा में अन्य दो तत्वों की संयोग करने वाली मात्रा में मग्न अनुपात रहता है। और यदि ये तत्व आपस में संयोग करें तो मग्न अनुपात रहता है।

इन नियमितताओं को समझने के लिए वैज्ञानिकों ने पदार्थ की प्रकृति सम्बन्धित कई धारणाएँ प्रतिपादित की जिनमें इंग्लैण्ड के वैज्ञानिक डाल्टन तथा इसके विचारक सोमोनोसोव का प्रमुख योगदान रहा। डाल्टन द्वारा पदार्थों को प्रमुख परमाणुओं से बना हुआ मानकर उनकी प्रकृति के विषयों में निम्न धारणाएँ प्रस्तुत की गई। यह डाल्टन का परमाणु सिद्धान्त कहलाता है।

परमाणु सिद्धान्त के आधार पर रासायनिक संयोग के सभी नियमों का स्पष्टीकरण किया जाता है।

आधुनिक वैज्ञानिक प्रयोगों से प्राप्त परिणामों के अनुसार कुछ धारणाएँ मान्य नहीं रही हैं।

### अध्ययन प्रश्न

1. डाल्टन के परमाणु सिद्धान्त की मुख्य संकल्पनाएँ (धारणाएँ) क्या थीं? जिन तथ्यों के ज्ञात होने पर ये संकल्पनाएँ असत्य हो गयीं?
2. डाल्टन का परमाणु-सिद्धान्त किस प्रकार द्रव्य की सरलता के नियम की व्याख्या करता है?
3. डाल्टन से पूर्व पदार्थों की रचना के विषय में क्या-क्या मान्यताएँ थीं? क्या भारतीय विचारकों द्वारा प्राचीन काल में परमाणुओं की कल्पनाएँ की गयी थीं? इस विषय पर तथ्य व विचार संकलित करो।

(इन विचारों को संकलित कर भ्रिस्ति पत्रिका पर लगाओ)

4. सोडियम के दो आक्साइडों का मात्रात्मक प्रतिशत संगठन निम्न प्रकार पाया जाता है:

	सोडियम की मात्रा	ऑक्सीजन की प्रतिशत मात्रा
प्रथम	74.19	25.81
द्वितीय	58.9	41.03

इसमें 8.00 ग्राम ऑक्सीजन से क्रिया करने वाली सोडियम की मात्राएँ ज्ञात करो। यह परिणाम रासायनिक संयोग के कौनसे नियम को सिद्ध करते हैं?

5. लैंड तथा क्लोरीन दो यौगिक बनाते हैं। प्रथम यौगिक में क्लोरीन तथा लैंड के परमाणुओं का अनुपात 2 : 1 है। द्वितीय यौगिक में यही अनुपात 4 : 1 है। यदि प्रथम यौगिक का प्रतिशत संगठन 14.50 लैंड तथा 25.50 क्लोरीन है, तब दूसरे यौगिक की प्रतिशत रचना ज्ञात करो।
6. निम्न सारणी में यौगिक का प्रतिशत संगठन दिया गया है:

यौगिक	धातु	ऑक्सीजन
प्रथम	77.44%	22.56%
द्वितीय	69.59%	30.41%
तृतीय	63.19%	36.81%

प्रत्येक यौगिक में एक पौण्ड धातु की मात्रा में संयुक्त होने वाली ऑक्सीजन की मात्राएँ ज्ञात करो। इन परिणामों से रासायनिक संयोग का कौनसा नियम इंगित होता है?

7. नीले बोथे व हरे कसीस के क्रिस्टलों से प्राप्त जल के नमूनों का विश्लेषण करने पर हाइड्रोजन व ऑक्सीजन की मात्रा का अनुपात 1 : 8 पाया गया। इसी प्रकार साभर झील से प्राप्त आसुत जल में भी हाइड्रोजन व ऑक्सीजन का अनुपात यही ज्ञात हुआ। इन तथ्यों से कौन से रासायनिक नियम की पुष्टि होती है? इस नियम को लिखो।

ज्ञान बलब सम्बन्धी क्रियाएं व योजनाएं

1. रासायनिक इतिहास की पुस्तकों को पढ़कर मेथेनिये का जीवन व प्रयोग करने हुए चित्र संकलित कर भित्ति पत्रिका पर लगाओ।

2. मृत्पि कणाद, अरस्तु, सोमोनोमोव के चित्र बनाकर अपने-अपने कमरे पर लगाओ।

म्यास प्रश्न

1. द्रव्यमान संरक्षण के नियम का उदाहरण देने के लिए निम्न पदार्थों का कौनसा शुद्ध प्रयोग करोगे :

- (अ) लाइम स्टोन व सनु अम्ल
- (ब) पोटेशियम क्लोरेट व मैगनीज डाइआक्साइड
- (स) सोडियम सल्फाइड व एक अम्ल
- (द) कापर सल्फेट व सोडियम हाइड्रोक्साइड
- (इ) जिंक व मरक्यूरिक अम्ल

2. द्रव्यमान संरक्षण के नियम के लिए निम्न प्रयोग कर सकते हैं

- (अ) पीला फॉस्फोरस एक डाट धगे प्लास्क में जलाये।
- (ब) तप्त कापर ऑक्साइड पर हाइड्रोजन प्रवाहित करें।
- (स) एक मोमबत्ती जलाकर गारे उत्पादों को तोल लें।
- (द) एक कोनिक्स प्लास्क में एक कार्बोनेट व एक अम्ल मिलावें।
- (इ) तप्त लैंड ऑक्साइडों पर कोल गैस प्रवाहित करें।

3. गैन्जूमक के नियम के बचन में कौनसा वाक्यांश सही प्रतीत होता है :

- (अ) यदि आयतनों को मापन समान तापक्रम व दाब पर किया जाए।
- (ब) गैसों का घनत्व आयतन।
- (स) अणुओं की संख्या घनत्व होती है।
- (द) घनत्व के वर्गमूल का व्युत्क्रमानुपाती।
- (इ) उपर्युक्त चारों में से कोई वाक्यांश नहीं।

4. निम्नानुपात का नियम अध्ययन करने के लिए द्रव्यमान संरक्षण के नियम का उदाहरण दें

को गर्म कर लेना चाहिए क्योंकि—

- (अ) यह द्रव्यमान गुरुत्व हो जाये।
- (ब)  $\text{CuO}$  में पूरी तरह ऑक्सीजन हो जाये।
- (स)  $\text{Cu}_2\text{O}$  में शुद्ध हो जाये।
- (द) यह एक शुद्ध यौगिक है और दो ऑक्साइडों का मिश्रण है।
- (इ) बाबेंन हाइड्रोक्साइड से शुद्ध है।



- 5 50 मिली. ऑक्सीजन में 50 मिली. हाइड्रोजन मिलाकर विद्युत स्फुलित किया।  
 (1) प्रयोगशाला के तापक्रम व (2)  $110^{\circ}$  सें. तापक्रम पर बनी हुई गैसों का आयतन होगा :  
 (अ) (1) 25 मिली (2) 50 मिली.  
 (ब) (1) 50 मिली. (2) 75 मिली.  
 (स) (1) 25 मिली. (2) 75 मिली.  
 (द) (1) 75 मिली. (2) 75 मिली.  
 (इ) इन चारों युग्मों में से कोई भी नहीं।

[उत्तर : 1—(द) 2—(अ) 3—(अ) 4—(अ) 5—(स)]

## गैसों के नियम

पूर्व इकाइयों में हमने प्रयोगों के आधार पर द्रव्य की कणीय रचना का अनुमान लगाया। इन कणों के परस्पर समजन बल व ताप पर निर्भर गतिज ऊर्जा के परस्पर साम्य के अनुमान की सहायता से द्रव्य की सहायता से द्रव्य की अवस्था के परिवर्तनों को समझा।

गैसों द्वारा गतिपथिक प्रिया के विषय में गैस-सूत्रों द्वारा ज्ञात किया गया नियम की हम पर धुके हो। इस इकाई में हम इनके व्यवहार में अन्य नियमितताओं का अध्ययन करेंगे।

गैसों का साधारण व्यवहार किन कारकों पर निर्भर है ?

प्रयोग 1—एक बिना कुन्दायें गुब्बारे को तोल ली। इसमें कुछ हवा भर कर उगवा मुट्ठी में कर लगे तोली। तुम देखोगे कि इसकी गति बड़ जाती है। अब इसमें और अधिक हवा भर कर पुन तोली। गति में और अधिक वृद्धि हो जाती है तथा गुब्बारे की बढोन्ता बड़ जाती है। इस प्रकार अधिक वायु भरते रहने पर एक सीमा तक गुब्बारे का आयतन उगते सीमा तक बढ़ता गया गति बढ़ती जाती है। इसमें अधिक वायु भरने पर गुब्बारा फट जाता है।

प्रयोग 2—एक तग मुह वाली शीशी के मुह पर बिना कुन्दाया गुब्बारा लगा। अब शीशी को गर्म पानी में रखी। तुम देखोगे कि गुब्बारा फूल जाता है। अब इस तग तब तक रखी। तुम पाओगे कि गुब्बारा निश्चय जाता है अर्थात् ताप के परिवर्तन से गुब्बारे का आयतन में अन्तर आ जाता है।

5.1 इस प्रकार हम इन अवधारणों में यह निरापेक्ष निरापेक्ष है कि गैसों के व्यवहार को हम इन चार कारक प्रभावित करने हैं—

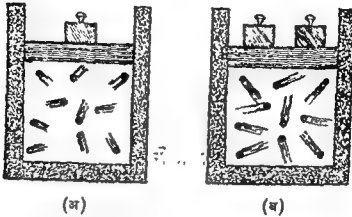
(1) गैस की गति (2) आयतन (3) दाब (4) ताप।

हमने पूर्ण कि इन कारकों के प्रभावों का अध्ययन करने के लिए कुछ प्रयोग कर रहे हैं। प्रयोग रचना की दृष्टि में इनका तात्पर्य व सम्भावित प्रभाव समझने का प्रयत्न करने है।

गैस की गति

मान लो किसी पिस्टन लगे पात्र में कुछ गैस रखी गई है। इसमें गैसों की गति का अध्ययन करना होगा।

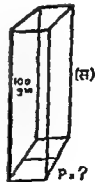
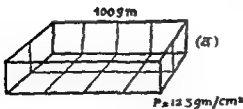
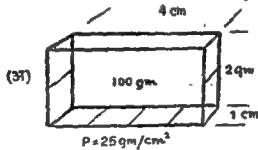
अणु हो जाने चाहिए । इस प्रकार गैस की संहति बढ़ने का अर्थ है उसके अणुओं की संख्या बढ़ा देना ।



चित्र 51—गैस की संहति बढ़ाने पर अणुओं की संख्या बढ़ती है ।

गैस का दाब

तुम भौतिकी में बल व दाब के अन्तर को समझ चुके हो । जब बल निश्चित बिन्दु पर न लगकर किसी क्षेत्र पर लगता है तब इस बल के प्रति इकाई क्षेत्र पर प्रभाव को दाब कहते हैं । चित्र



100 ग्राम के भार द्वारा दत्ता गया दाब

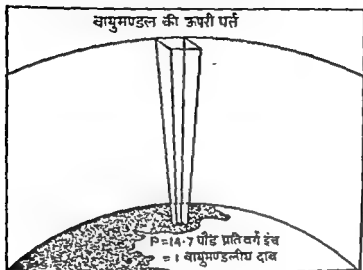
(अ)  $25 \text{ gm/cm}^2$

(ब)  $12.5 \text{ gm/cm}^2$

(स) जब केवल दो ईर्ष्य क्षेत्रफल पर 100gm बल कार्य करे तो दाब कितना होगा ?

चित्र 52—क्षेत्रफल बदलने पर दाब बदल जाता है ।

संज्ञा दी गई है कि 100 ग्राम भार वाली वस्तु द्वारा धरातल पर पड़ने वाला दाब किम  
वदन बदन जाने के अनुसार बदला जाता है। हमारे वायुमण्डल का प्रभाव सभी वस्तुओं  
मण्डल दाब के रूप में पड़ता है जैसा चित्र 5.3 में दर्शाया गया है। उस दाब का मापन  
या घुंने मिरे वाले मैनोमीटर से ज्ञात करना तुम भौतिकी में पढ़ चुके हो। इसी दबाव  
तम की मेमी ऊँचाई या Torr से दी जाती है। चित्र 5.4 में यह स्पष्ट किया गया है।



चित्र 5.3—सायुषण्डल का शान

### दाद का सम्बन्ध

हम पिछरी इलाक़ों में पत्र चुके हैं नि गंगा में अनुसमयान वन में मृता हो गयीं। ११  
 दुक्त गतिगोन जगुओं में आपसी आवेग नगण्य होता है और इनके पाप की दीवारों में २४  
 कारण दीन का दाव अनुभव होता है। चित्र 51 (ब) में दर्शाया गया है नि अणुओं को  
 गुणित हो जाने पर इनके दीवारों पर टकराव भी उगी अनुपात में बढ़ जाता है। यथा  
 वही दुगुना हो जाना चाहिए तथा उन्हें १ मी. स्थिति में रखने के लिए उन्हें १५५५ ५५ ११  
 भार हमें रखने होंगे।

वि का सम्यग्

अनुश्रुति के दावों में टकराव के कारण रीस के दाव के अनुमान के आधार पर यह पता चलता है कि रीस के दाव में क्या परिवर्तन अपेक्षित करने होंगे? साथ बटाना पर अनुमान के दाव के आधार पर यह पता चलता है कि रीस के दाव में क्या परिवर्तन अपेक्षित करने होंगे? अनुश्रुति की दाव के दाव के आधार पर यह पता चलता है कि रीस के दाव में क्या परिवर्तन अपेक्षित करने होंगे? अनुश्रुति की दाव के दाव के आधार पर यह पता चलता है कि रीस के दाव में क्या परिवर्तन अपेक्षित करने होंगे?

जब दो सम्भावनाएँ हैं :

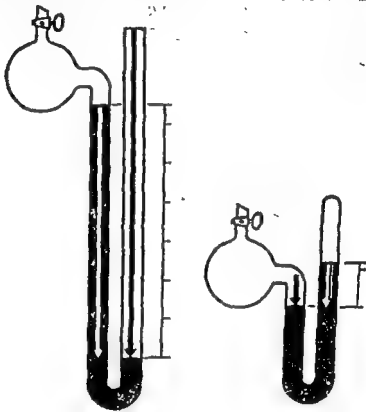
पहली, यदि दाहरी दात अक्षयतिव न

ने हरेलकर आयनत मे वृद्धि हो

(अर्थात् आन्तरिक दाब) है।

जैसा चित्र 5.5 (अ) में दर्शाया गया है। इस प्रकार यदि ताप बढ़ाया जाये और बाहरी दाब अपरिवर्तित रहे तो आयतन में वृद्धि होगी।

दूसरी सम्भावना है कि हम आयतन परिवर्तित न होने दें। इसके लिए हमें बाहरी दाब बढ़ाना पड़ेगा। चित्र 5.5 (ब) में अणुओं की बड़ी हुई गति को दर्शाते हुए पहले जितना आयतन रखने के लिए अतिरिक्त बाहरी दाब बढ़ाना प्रदर्शित है।

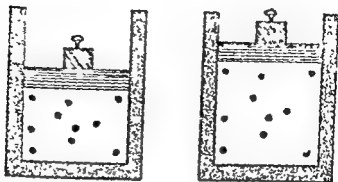


चित्र 5.4—मैनोमीटर

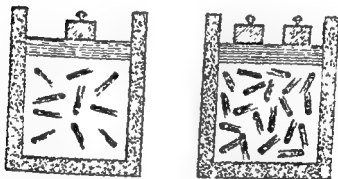
### गैस का आयतन

तुम्हें ज्ञान है कि गैसों का आयतन पात्र के आयतन के अनुसार हो जाता है। चित्र 5.1 (अ) में पिस्टन रूपी पात्र में गैस लेने पर पात्र की क्षमता भी निश्चित नहीं है क्योंकि पिस्टन सरलता पूर्वक गतः भवता है। ऐसी परिस्थिति में गैस का आयतन क्या होगा? यदि पिस्टन का भार नगण्य मान लें तो गैस के अणुओं द्वारा पिस्टन पर टकराव के कारण आन्तरिक दाब बाहरी वायुमंडल के दाब में अधिक होगा तो पिस्टन को सरलतापूर्वक पात्र में अधिक आयतन ग्रहण करना आरम्भ करेगी। परिणामस्वरूप पिस्टन से अणुओं का टकराव होता जायेगा और ज़िगके कारण आन्तरिक दाब घटने लगेगा। जब यह आन्तरिक दाब वायुमंडल के दाब के बराबर हो जायेगा तब साम्य अवस्था हो जायेगी। यह वायुमण्डलीय दाब पर गैस का आयतन बढ़ाएगा। यदि पिस्टन का भार नगण्य

न ही दया का पत्र अतिरिक्त भोग का सिने आए तो ठीक का आयनन कम हो जायेगा, जब तक आत-  
रि दाब बढ़कर कागरी दाब के स्थान नहीं हो जाता ।



चित्र 55—(अ) ताप बढ़ाने पर आयतन बढ़ता है ।



चित्र 55—(ब) ताप बढ़ाने पर आयतन स्थिर रखने के लिए दाब बढ़ाना होगा ।

### ताप का प्रभाव

ताप बढ़ाने पर, जैसा पहले तर्क किया जा चुका है, अणुओं की गति बढ़ाने के परिणाम स्वरूप आंतरिक दाब बढ़ेगा और बाहरी दाब स्थिर रखने पर आयतन में वृद्धि होगी या आयतन में वृद्धि न होने देने के लिए दाब में वृद्धि करनी होगी ।

इस प्रकार हम देखते हैं कि आण्विक रचना के आधार पर गैस का आयतन दाब, ताप तथा संहति पर निर्भर होना चाहिए । इस निष्कर्ष की जांच के लिए चित्र 5.7 के अनुसार 10 या 15 मिमी. की पिचकारी को एक ज्ञात आयतन वाले फ्लास्क में लगायी । इन उपकरण में कुछ चारों चारको को सरलतापूर्वक नियंत्रित कर सकते हो ।

ताप : बाहरी पात्र में गर्म या ठंडा जल डालकर गैस का ताप घटाया या बढ़ाया जा सकता है ।

दाब : पिस्टन पर लगे प्लेटफार्म पर ज्ञात भार रखकर बाहरी दाब में अपेक्षित परिवर्तन सिने जा सकते हैं ।

आयतन : पिचकारी के बाहरी बेलन में रगें आयतन के सूचक चिह्नों पर पिस्टन के निचले भाग के स्थान के अनुसार पिचकारी का गैस के आयतन में प्लास्क का आयतन जोड़ कर गैस का पूर्ण आयतन ज्ञात कर सकना ।

सहति . स्टाप कॉक वाली नली द्वारा गैस की मात्रा बढ़ाई या घटाई जा सकती है ।

जब किसी अध्ययन में अनेकों कारक प्रभावकारी होते हैं (जैसे तुम गैसों के व्यवहार में देखते हो) तब वैज्ञानिक इनके प्रभावों को निश्चितता व स्पष्टता पूर्वक ज्ञात करने के लिए क्रमशः एक-एक कारक में परिवर्तन करके अन्य कारकों को स्थिर रखते हुए चयनित कारक के प्रभाव का अध्ययन करते हैं ।

उदाहरण के लिए हम उपरोक्त कारकों में से निश्चित सहति की गैस लेकर ताप स्थिर रखते हुए गैस के आयतन पर दाब के प्रभाव का अध्ययन करते हैं ।

### 5.2 स्थिर ताप पर निश्चित मात्रा की गैसों के आयतन व दाब के सम्बन्ध

प्लास्क में वायु या कोई अन्य गैस लेकर विभिन्न ज्ञात अतिरिक्त भार रखकर आयतन के परिवर्तन अवलोकन कर लो । सारणी 5.1 में उदाहरण के लिए कुछ आंकड़े सरलित हैं :

अ—प्लास्क का आयतन = 20 मिली.

ब—वायुमंडल का दाब = 75 सेमी.

सारणी 5.1

क्र.सं.	आयतन		दाब			$P \times V$
	पिस्टन की स्थिति (अ) मिली.	गैस का कुल आयतन $a + b = (V)$ मिली.	पिस्टन पर रखे भार (स) ग्राम*	सिलिंडर का कुल कॉम सैक्शन (cm <sup>2</sup> ) (द)	बाहरी दाब $(P)_0 / \text{cm}^2$ (म + द)	
1	5	$5 + 20 = 25$	0	1cm <sup>2</sup>	$0 + 75 \times 13.6$	25500
2	5	$5 + 20 = 25$	20	1cm <sup>2</sup>	$20 + 75 \times 13.6$	25450
3	5	$5 + 20 = 25$	40	1cm <sup>2</sup>	$40 + 75 \times 13.6$	25600
4	5	$5 + 20 = 25$	100	1cm <sup>2</sup>	$100 + 75 \times 13.6$	25550

\*पिस्टन को नगण्य मानकर

सारणी में तुम देखते हो कि दाब तथा आयतन का गुणनफल लगभग अपरिवर्तित रहता है ।

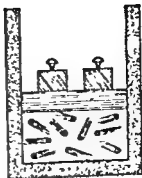
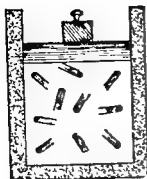
गणित की भाषा में इसे इस प्रकार लिखते हैं :

$$P \times V = K \quad (\text{अर्थात् } K \text{ कोई नियतांक}) \dots (5.1)$$

$$\text{या } P = \frac{K}{V}$$

$$\text{या } P \propto \frac{1}{V} \quad (t \propto m) \dots (5.2)$$

अर्थात् स्थित ताप पर किसी गैस की निश्चित मात्रा का आयतन उसके दाब का व्युत्क्रमानुपाती होता है (चित्र 5.6) ।



चित्र 56—स्थिर ताप पर आयतन व दबाव का सम्बन्ध

### रॉबर्ट बॉयल (1627-1691—इंग्लिश)



दुःभाग्य बुद्धि वाले प्रकृति में ही दार्शनिक रॉबर्ट बॉयल का यह भावाग्राही पर निदमंत्रण था। आपको आधुनिक रसायन विज्ञान का जन्मदाता कहा जाता है। यद्यपि उनका प्रिय विषय रसायन विज्ञान था तथापि उन्होंने भौतिक शास्त्र के क्षेत्र में भी उच्च क्रेडिट की उपलब्धियाँ प्राप्त की हैं। उनका गैरवायुमयिक गैस नियम, जिसके साथ उनका नाम जुड़ा हुआ है, ध्वनि के माध्यम से दबाव का योगदान तथा उनका विभिन्न गुरुत्व पर कार्य, उनकी ऐसी उपलब्धियों के उदाहरण हैं।

1660 में रॉबर्ट बॉयल ने अनेकों दीर्घा १२ प्रयोग करने का प्रारम्भ किया जिसमें वे गैसों के दबाव और आयतन के सम्बन्ध का अध्ययन किया। वे गैसों के दबाव और आयतन के सम्बन्ध का अध्ययन करने के लिए एक नियम के अनुसार किसी दीर्घ की निम्नलिखित गति के लिए प्रयोग किया।

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

इस सम्बन्ध की सहायता से किसी दीर्घ के सम्बन्ध में ज्ञात होने वाली गति का अध्ययन किया जा सकता है। यदि हम किसी दीर्घ के एक नमूने का आयतन 25° से पर 30 मिमी के दबाव पर 100 मिमी. बढ़ाने पर इनका आयतन ज्ञात करना चाहें तो

$$P_1 = 750 \text{ मिमी.} \quad P_2 = 750 + 100 \text{ मिमी}$$

$$V_1 = 30 \text{ मिमी.} \quad V_2 = ? = 850$$

$$(750 \text{ मिमी.}) \times (30 \text{ मिमी.}) = 850 \text{ मिमी.} \times (V_2 \text{ मिमी.})$$

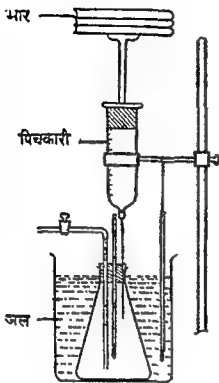
$$\frac{(750 \text{ मिमी.}) \times (30 \text{ मिमी.})}{(800 \text{ मिमी.})} = A_2$$

$$26.4 \text{ मिमी.}$$

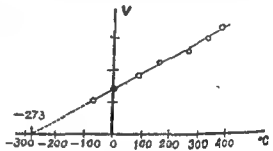
$$= A_2$$



5.3 अब दाब को स्थिर रखकर आयतन पर ताप के प्रभाव का अध्ययन करते हैं। चित्र 5.7 में दर्शाए उपकरण में पहले की भाँति अन्य कोई गैस लेकर पिस्टन पर कोई भी निश्चित अतिरिक्त भार रखकर पिस्टन व सिनिण्डर में पिस्टन की स्थिति अंकित कर लो। इस समय दोनों थर्मामीटरों में ताप पढ़ लो। यह समान होगा जो यह दर्शाता है कि प्लास्क की गैस तथा बाहरी पात्र में ताप समान है। अब साइफन से कुछ जल निकालकर उसके स्थान पर अधिक ताप वाला जल डालो और भली प्रकार बिलोंडन करो जब तक पुन दोनों थर्मामीटर में समान ताप अंकित न हो जाय। इस समय पिस्टन की स्थिति पढ़ लो। इसी प्रकार विभिन्न तापों पर गैस के आयतन अंकित कर लो।



चित्र 5.7—चाल्संस के नियम का स्थापन



चित्र 5.8—गैस के आयतन व ताप में सम्बन्ध (सेंटिग्रेड स्केल पर)

आयतन व ताप का ग्राफ खींचने पर तुम पाओगे कि यह बिन्दु एक सरल रेखा में है जैसा चित्र 5.8 में दर्शाया गया है। प्लास्क में कोई भी गैस लेने पर इसी प्रकार का सम्बन्ध प्राप्त होता है।

1785 में फ्रेंच वैज्ञानिक चाल्संस ने इस सम्बन्ध का सर्वप्रथम अध्ययन किया।

अनेकों गणनाओं व सूक्ष्म निरीक्षणों के परिणामों से उन्होंने पाया कि स्थिर दाब पर किसी नियत मात्रा की गैस का ताप  $1^{\circ}$  सें. परिवर्तित करने पर इस गैस के आयतन में उसके  $0^{\circ}$  सें. के आयतन के  $1/273$  भाग की वृद्धि हो जाती है।

मान लो किसी निश्चित दाब पर नियत सहित गैस का आयतन  $V_0$  मिली. है तो इसका ताप  $1^{\circ}$  सें. परिवर्तित करने पर चाल्संस के अनुसार—

$$\begin{aligned}
 V_{0+1} \text{ सें.} &= V_0 + \frac{V_0}{273} \quad \text{या } V_0 \left(1 + \frac{1}{273}\right) \\
 (1^{\circ} \text{ सें. पर गैस का आयतन}) \\
 V_{0+2} \text{ सें.} &= V_0 + \frac{V_0}{273} + \frac{V_0}{273} \quad \text{या } V_0 \left(1 + \frac{2}{273}\right) \\
 (2^{\circ} \text{ सें. पर गैस का आयतन}) \\
 V_{0+t} \text{ सें.} &= V_0 + \frac{V_0 t}{273} \quad \text{या } V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) \\
 (t^{\circ} \text{ सें. पर गैस का आयतन}) & \dots (54)
 \end{aligned}$$

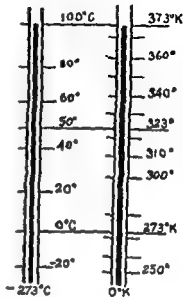
चाल्स द्वारा ज्ञात यह नियमितता चाल्स का नियम कहलाती है।

इस सम्बन्ध की सहायता में या चित्र 5.8 में दिये गये ग्राफ को ध्यान में रखकर कल्पना करो कि गैस का ताप कम करते जाने पर क्या होगा? इसके लिए ग्राफ में विन्दुवित्त भाग पर ध्यान दो। पर गैस का आयतन कितना रह जायेगा? शून्य? अर्थात् क्या गैस रहेगी ही नहीं? यथार्थ में इतना ताप पहुंचने के पहले ही सभी गैसें द्रव व ठोस अवस्था में परिवर्तित हो जाती हैं तथा उनका व्यवहार गैसों के लिए चाल्स द्वारा ज्ञात नियम के अनुसार नहीं रहता।

परम ताप को नॉई पॉन्लिन ने चाल्स की छोज के लगभग 60 वर्ष पश्चात परम शून्य (Absolute Zero) मानकर परम ताप मापक्रम (Absolute Temperature Scale) प्रस्तावित किया। यह मापक्रम केल्विन मापक्रम (Kelvin Scale) भी कहलाता है। चित्र 5.9 में दोनों मापक्रमों में सम्बन्ध स्पष्ट है कि  $1^{\circ}\text{से} + 273 = T^{\circ}$  (Absolute)।

इसे केवल T द्वारा प्रदर्शित करने है। परम शून्य पर एक आदर्श गैस\* (Ideal gas) के अणुओं की गति शून्य हो जाना माना जाता है तथा इसे द्रव्य की निम्नतम ऊर्जा की व्यवस्था मानते हैं।

चित्र 5.10 में परम ताप मापक्रम के अनुसार गैस के आयतन ताप में एक प्रदर्शन है।



चित्र 5.9—सेंटीग्रेड व केल्विन मापक्रम

- \* आदर्श गैस की बन्पना में अणुओं का आयतन व पारस्परिक आकर्षण नगण्य है तथा ताप को परम शून्य के निकट घटाने पर भी यह द्विवि नहीं होती। यह चाल्स के नियम की दृष्टि में रखने में गैसों के आयतनों की गणना करना अत्यन्त सरल हो गया है। उदाहरण के लिए  $20^{\circ}\text{से}.$  पर 30 मिली वाबर्न डाइऑक्साइड का आयतन  $0^{\circ}\text{से}.$  ताप पर कितना हो जाएगा? यहां—

$$V_1 = 30 \text{ मिली}$$

$$V_2 = ? \text{ मिली}$$

$$T_1 = 20 + 273 = 293$$

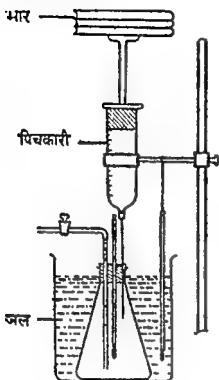
$$T_2 = 0 + 273 = 273$$

$$\frac{30 \text{ मिली}}{V_2 \text{ मिली}} = \frac{293}{273}$$

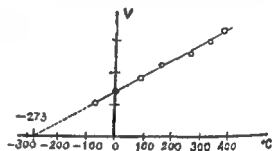
$$V_2 = \frac{273}{293} \times 30 \text{ मिली}$$

$$= 29.6 \text{ से.से.}$$

5.3 अब दाब को स्थिर रखकर आयतन पर ताप के प्रभाव का अध्ययन करते हैं। चित्र 5.7 में दर्शाएँ उपकरण में पहले की भाँति अन्य कोई गैस सेरुर पिस्टन पर कोई भी निश्चित अतिरिक्त भार रखकर पिस्टन व गैसमिटर में पिस्टन की स्थिति अंकित कर लो। इस समय दोनों थर्मामीटरों में ताप पढ़ लो। यह गमान होना जो यह दर्शाता है कि फ्लास्क की गैस तथा बाहरी पात्र में ताप समान है। अब साइफन से कुछ जल निकालकर उसके स्थान पर अधिक ताप वाला जल डालो और भर्त्ता प्रकार विलोडन करो जब तक पुनः दोनों थर्मामीटर में समान ताप अंकित न हो जाय। इस समय पिस्टन की स्थिति पढ़ लो। इसी प्रकार विभिन्न तापों पर गैस के आयतन अंकित कर लो।



चित्र 5.7—चाल्स के नियम का सत्यापन



चित्र 5.8—गैस के आयतन व ताप में सम्बन्ध (सेंटोग्रेड स्केल पर)

आयतन व ताप का ग्राफ खींचने पर तुम पाओगे कि यह बिन्दु एक सरल रेखा में है जैसा चित्र 5.8 में दर्शाया गया है। फ्लास्क में कोई भी गैस लेने पर इसी प्रकार का सम्बन्ध प्राप्त होता है।

1785 में फ्रेंच वैज्ञानिक चार्ल्स ने इस सम्बन्ध का सर्वप्रथम अध्ययन किया।

अनेकों गणनाओं व सूक्ष्म निरीक्षणों के परिणामों से उन्होंने पाया कि स्थिर दाब पर किसी नियत मात्रा की गैस का ताप  $1^\circ$  से. परिवर्तित करने पर इस गैस के आयतन में उसके  $0^\circ$  से. के आयतन के  $1/273$  भाग की वृद्धि हो जाती है।

मान लो किसी निश्चित दाब पर नियत सहति गैस का आयतन  $V_0$  मिली. है तो इनका ताप  $1^\circ$  से. परिवर्तित करने पर चार्ल्स के अनुसार—

$$\begin{aligned}
 V_{0,1} \text{ से.} &= V_0 + \frac{V_0}{273} \quad \text{या} \quad V_0 \left(1 + \frac{1}{273}\right) \\
 (1^\circ \text{ से. पर गैस का आयतन}) & \\
 V_{0,2} \text{ से.} &= V_0 + \frac{V_0}{273} + \frac{V_0}{273} \quad \text{या} \quad V_0 \left(1 + \frac{2}{273}\right) \\
 (2^\circ \text{ से. पर गैस का आयतन}) & \\
 V_{0,t} \text{ से.} &= V_0 + \frac{V_0 \cdot t}{273} \quad \text{या} \quad V_0 \left(1 + \frac{t}{273}\right) \\
 (t^\circ \text{ से. पर गैस का आयतन}) &
 \end{aligned}
 \tag{54}$$

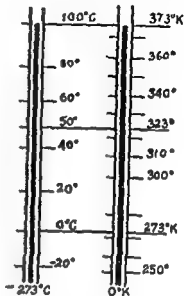
चान्नें द्वारा ज्ञान पर नियमितता चान्नें का नियम कहलाती है।

इस सम्बन्ध की समझना मेरा चित्र 5.8 में दिखाये गये चार्ज को ध्यान में रखकर कल्पना करो कि गैस का ताप कम करने जाने पर क्या होगा? इसके लिए दाब में निम्नोक्त भाग पर ध्यान दो। पर गैस का आयतन निम्ना 72 जायेगा? शून्य? अर्थात् क्या गैस रहेगी ही नहीं? जहाँसे मैं जितना ताप पहुँचाने के पढ़ने ही मशीन से दूँ व ठोस अवस्था में परिवर्तित हो जाती है तथा जितना व्यवहार गैसों के लिए चान्नें द्वारा ज्ञान नियम के अनुसार नहीं रहता।

परम ताप को जॉन वॉल्विन ने चान्नें की श्रृंखला के लगभग 60 वर्षों पश्चात् परम शून्य (Absolute Zero) मानकर परम ताप मापक्रम (Absolute Temperature Scale) प्रस्तावित किया। यह मापक्रम केल्विन मापक्रम (Kelvin Scale) भी कहलाता है। चित्र 5.9 में दोनों मापक्रमों में सम्बन्ध स्पष्ट है कि  $1^{\circ}\text{से} + 273 = T^{\circ}$  (Absolute)।

इसे केवल T द्वारा प्रदर्शित करने है। परम शून्य पर एक आदर्श गैस (Ideal gas) के अणुओं की गति शून्य हो जाता माना जाता है तथा इसे द्रव्य की निम्नतम ऊर्जा की धारणा मानने है।

चित्र 5.10 में परम ताप मापक्रम के अनुसार गैस के आयतन ताप से प्राक् प्रदर्शित है।



चित्र 5.9—सेंटीग्रेड व केल्विन मापक्रम

- आदर्श गैस की कल्पना में अणुओं का आयतन व पारस्परिक आकर्षण नगण्य है तथा ताप की परम शून्य के निम्न घटाने पर भी यह द्रवित नहीं होती। यह चान्नें के नियम को इस रूप में रखने में गैसों के आयतनों की गणना करना अत्यन्त सरल हो गया है। उदाहरण के लिए  $20^{\circ}\text{से}.$  पर 30 मिली कार्बन डाइऑक्साइड का आयतन  $0^{\circ}\text{से}.$  ताप पर कितना हो जायगा? यहाँ—

$$V_1 = 30 \text{ मिली.}$$

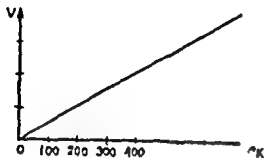
$$V_2 = ? \text{ मिली.}$$

$$T_1 = 20 + 273 = 293$$

$$T_2 = 0 + 273 = 273$$

$$\frac{30 \text{ मिली}}{V_2 \text{ मिली}} = \frac{293}{273}$$

$$V_2 = \frac{273}{293}$$



चित्र 5.10—गैस के आयतन व ताप में सम्बन्ध

दर्शाया की भाषा में दृग प्रसार रण  
गता है :

$$V \propto T \quad \dots (55)$$

1 आयतन ( $T =$  परम ताप  
 $= t^{\circ} \text{ से.} + 273$ )

या  $V = k' T$  (यह  $k'$   
यदिग  $T$  नियम में भिन्न है)

$$\text{या } \frac{V}{T} = k'$$

अर्थात् स्थिर दाब पर निश्चित गर्मी की गैस का आयतन उसके परम ताप के समानुपाती होता है। यह चार्ल्स के नियम का ही दूसरा रूप है। दृग नियम के अनुसार गर्मीरन्ग 5.4 में भी यह सम्बन्ध प्राप्त कर सकते हैं।

क्योंकि

$$t_1 \text{ ताप पर आयतन } V_1 = V_0 \left( 1 + \frac{t}{273} \right) = V_0 \left( \frac{273 + t_1}{273} \right) \quad \dots (i)$$

$$\text{तथा } t_2 \text{ ताप पर आयतन } V_2 = V_0 \left( 1 + \frac{t_2}{273} \right) = V_0 \left( \frac{273 + t_2}{273} \right) \quad \dots (ii)$$

(i) व (ii) को भाग देने पर

$$\begin{aligned} \frac{V_1}{V_2} &= \frac{V_0 \left( \frac{273 + t_1}{273} \right)}{V_0 \left( \frac{273 + t_2}{273} \right)} \times \frac{273}{273} \\ &= \frac{273 + t_1}{273 + t_2} \\ &= \frac{T_1}{T_2} \end{aligned} \quad \dots (5.6)$$

#### 5.4 क्या दृग दोनों नियमों को सम्बन्धित करना सम्भव है ?

मान लें किसी गैस का आयतन  $V_1$ , ताप  $T_1$  व दाब  $P_1$  है। हम पहले उसके आयतन में स्थिर ताप पर दाब में  $P_1$  से  $P_2$  परिवर्तन करके आयतन  $V_2$  प्राप्त करते हैं।

क्योंकि यह परिवर्तन स्थिर ताप पर किया गया है। अतएव बॉयल के नियम के अनुसार—

$$P_1 V_1 = P_2 V_2$$

$$\text{या } V_2 = \frac{P_1 V_1}{P_2} \quad \dots (57)$$

अब दाब को स्थिर रखते हुए ताप में  $T_1$  से  $T_2$  (Absolute Scale) परिवर्तन करके आयतन  $V_2$  प्राप्त करते हैं। हम परिवर्तन के लिए चार्ल्स के नियम के अनुसार

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

$$\text{या } V_1 = \frac{T_1}{T_2} V_2 \quad \dots (5)$$

समीकरण 5.7 से  $V_1$  का मान समीकरण 5.8 में रखने पर—

$$\frac{P_1 V_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} V_2$$

$$\text{या } \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} \quad \dots (5)$$

इस संबंध को गैस समीकरण कहते हैं। इसको सहायता से गैसों के आयतन, ताप व दाब परिवर्तनों की गणना करते हैं। उदाहरण के लिए—

30 मिली. हाइड्रोजन गैस का ताप  $100^\circ$  में व दाब 75 सेमी. है।  $50^\circ$  में तक ठण्डा करने पर 76 सेमी. दाब पर ताने पर इस गैस का आयतन कितना होगा ?

$$P_1 = 75 \text{ सेमी}$$

$$P_2 = 76 \text{ सेमी}$$

$$V_1 = 30 \text{ मिली}$$

$$V_2 = ? \text{ मिली}$$

$$T_1 = 100 + 273 = 373^\circ \text{ के}$$

$$T_2 = 50 + 273 = 323^\circ \text{ के}$$

$$\frac{75 \text{ सेमी} \times 30 \text{ मिली}}{373^\circ \text{ के}} = \frac{76 \text{ सेमी} \times V_2}{323^\circ \text{ के}}$$

$$\therefore V_2 = \frac{323^\circ \text{ के} \times 75 \text{ सेमी} \times 30 \text{ मिली}}{373^\circ \text{ के} \times 76 \text{ सेमी}}$$

$$= 26.6 \text{ मिली.}$$

5.5 अभी तक हमारे अध्ययन केवल एक गैस के आयतन, दाब, ताप के परिवर्तनों सम्बन्धित थे। किन्तु दैनिक रसायन में बहुधा अनेक गैसों के मिश्रण के व्यवहार का अनुमान लगाना आवश्यक पड़ता है।

गैसों की आणविक प्रवृत्ति पर यह अपेक्षित है कि विस्तृत तबे दाब में दो प्रकार के आयतन मिलाने पर (यदि उनमें रासायनिक क्रिया न होनी हो) उनका दोहराव प्राप्त होगा। अतएव, उनसे द्वारा गताना आणविक दाब भी वही होगा। अलग-अलग टकरावों के योग के बराबर होगा। अतएव, उनसे द्वारा गताना आणविक दाब भी वही होगा। अलग-अलग दाबों के योग के बराबर होगा चाहिए। चित्र 5.11 में यह दर्शाया गया है। मान लीए एक पतास्क में ऑक्सीजन का दाब 30 सेमी. है तथा बराबर आयतन की दूसरी पतास्क में हाइड्रोजन का दाब 50 सेमी. है जैसा छोटे से मोटर में अविन है। इन दोनों गैसों को मिला कर एक पतास्क जिनमें आयतन में रखने पर हम देखेंगे कि अब मोटर में कुल दाब 80 सेमी. दर्शाएगा। अतएव,

मिश्रण का कुल दाब = हाइड्रोजन का आंशिक दाब (partial pressure)

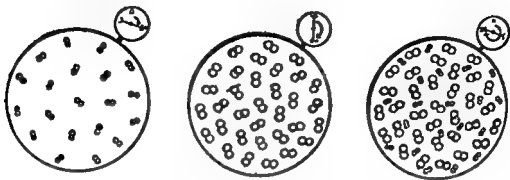
+ ऑक्सीजन का आंशिक दाब (partial pressure)

$$P (\text{मिश्रण}) = P (\text{हाइड्रोजन}) + P (\text{ऑक्सीजन})$$

मिश्रण का दाब उनके आंशिक दाबों के योग के बराबर होता है। अवयवी गैसों का आंशिक दाब यह दाब होता है जो पात्र में केवल उसी गैस के रहने पर होता।

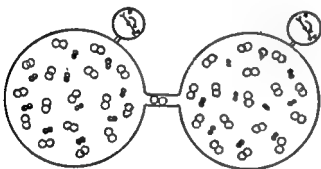
ऐसे गणित की भाषा में इस प्रकार लिख सकते हैं—

$P(\text{मिश्रण}) = P_1 + P_2 + P_3 + \dots \dots \dots (5.10)$  यहाँ  $P$  (मिश्रण) मिश्रण का दाब  $P_1, P_2, P_3$ , इत्यादि, अवयवी गैसों के आंशिक दाब हैं।



चित्र 5.11—डाल्टन के आंशिक दाब के नियम को आंशिक दृष्टि से दर्शाना

चित्र 5.12 में चित्र 5.11 में लिये गये पात्रों को जोड़ कर गैसों को मिश्रित किया गया है जब कि चित्र 5.11 में यह मिश्रण एक ही पात्र में लिया गया था जिसका आयतन पात्र अ या ब के बराबर था। अब तुम कितना दाब देखते हो? क्या कारण है कि पहले आंशिक दाबों का योग 80 सेमी. के स्थान पर 40 सेमी. रह जाता है? क्या डाल्टन के नियम में त्रुटि है?



चित्र 5.12—गैस मिश्रण जुड़े हुए पात्रों में

दिया गया है। अतएव, उनका आंशिक दाब बॉयल नियम के अनुसार आधा रह जाता है। अर्थात्, यदि इस जुड़े हुए पात्र में केवल ऑक्सीजन रह जाय तो उसका दाब अब केवल 15 सेमी. होगा तथा केवल हाइड्रोजन का दाब 25 सेमी. रह जायगा। अतएव, उनका योग 40 सेमी. ही मिश्रण दाब प्रदर्शित होता है।

डाल्टन द्वारा प्रतिपादित आंशिक दाब के नियम की सहायता प्रयोगशाला में जल विस्थापन द्वारा संप्रतिष्ठित गैसों के शुद्ध दाब की गणना का उदाहरण यहां सेते हैं।

750 मिमी. दाब व 160° सें. ताप पर 20 मिली. हाइड्रोजन जल विस्थापन की रीति से

संग्रहित की गई है। यदि इस ताप पर जलवाष्प दाब (Aqueous Tension) 13.5 मिमी. हो तो शुष्क हाइड्रोजन का दाब कितना होगा ?

नम हाइड्रोजन का अवलोकित दाब = शुष्क हाइड्रोजन का आंशिक दाब  
+ वाष्प का आंशिक दाब

$$P \text{ (अवलोकित)} = p \text{ हाइड्रोजन} + p \text{ (जल वाष्प)}$$

$$750 \text{ मिमी} = p \text{ (हाइड्रोजन)} + 13.5$$

$$\text{शुष्क हाइड्रोजन का दाब } p \text{ (हाइड्रोजन)} = 736.5 \text{ मिमी}$$

मुझे उपरोक्त अनेको उदाहरणों से देखा कि गैस के अनेको ताप, दाब व आयतन हो सकते हैं। इस कारण के लिए एक मानक ताप व दाब मान लिया गया है जिस पर दिये गये आयतनों की तुलना व उपयोग सुविधाजनक रहता है। वह 76 सेमी दाब व 0° से (या 273° के.) माने गये हैं। इसे Normal Temperature and Pressure, N.T.P या Standard Temperature and Pressure, S.T.P. कहते हैं।

गैस सम्बन्धी गणनाओं में बहुधा गैस समीकरण व डाल्टन के नियम का साथ-साथ उपयोग करते हैं।

**उदाहरण**

17° से. व 760 मिमी. दाब पर 40 मिली. ऑक्सीजन जल विस्थापन द्वारा संग्रहित की गई। यदि 17° से. पर जलवाष्प दाब 14.5 मिमी. हो तो मानक दाब व ताप पर इसका क्या आयतन होगा ?

$$\begin{aligned} \text{नम ऑक्सीजन के लिए } P &= 760 \text{ मिमी} = \text{शुष्क ऑक्सीजन का दाब} + \text{जलवाष्प दाब} \\ &= p \text{ (ऑक्सी)} + p \text{ (जलवाष्प)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{शुष्क ऑक्सीजन का दाब } p \text{ (ऑक्सी)} &= 760 - 14.5 \text{ मिमी} \\ &= 745.5 \text{ मिमी} \end{aligned}$$

**अथ**

$$P_1 = 745.5 \text{ मिमी}$$

मानक दाब व ताप पर

$$V_1 = 40 \text{ मिली}$$

$$P_2 = 760 \text{ मिमी}$$

$$T_1 = 17 + 273 = 290^\circ \text{ के.}$$

$$V_2 = ?$$

$$T_2 = 273^\circ \text{ के.}$$

गैस समीकरण में ये आकड़े स्थानान्तरित करते पर,

$$\frac{P_1 V_1}{T_1}$$

$$= \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{745.5 \times 40}{290}$$

$$= \frac{760 \times V_2}{273}$$

$$\therefore V_2$$

$$= 32.9 \text{ f}$$



## 56 गैसों में विसरण

प्रयोगशाला में व सीमेंट गैस यन्त्रों समय सुझने देगा है कि कुछ समय परमानु द्रव्य की गंध गंधान व गंधों में फैल जाती है। इसी प्रकार यदि कमरे में अमोनिया की बोतल खोले तो सारे कमरे में उसकी गंध कुछ समय परमानु फैल जाती है। इसका क्या कारण है ?

डिफ्यूजन द्वारा है। सुझने पदार्थों की आवृत्ति प्रवृत्ति का अध्ययन करने समय अमोनिया और हाइड्रोजन परमाणुओं के गति का अध्ययन किया था (चित्र 5.13)। दोनों गैसों के

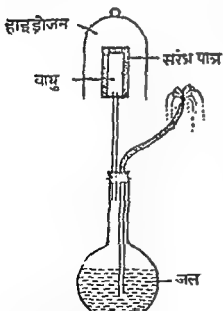


चित्र 5.13— $\text{NH}_3$  तथा  $\text{HCl}$  का विसरण

अणुओं की गति निम्नलिखित है। गैसों में एक दूसरे के साथ मिश्रण समान (homogeneous) मिश्रण यन्त्रों की प्रवृत्ति है जिसे विसरण कहते हैं। गैसों में विसरण उनकी आवृत्ति प्रवृत्ति तथा अणुओं की गतिशीलता के कारण ही होती है। इस पर घूर्णनात्मकता का कोई प्रभाव नहीं होता है।

प्रयोग द्वारा गैसों में विसरण प्रदर्शन

एक सरल पात्र को जिसमें खर का कौटं और बांग की नली लगी हो। एक प्लास्क में गंधी जल भरकर उपकरण को चित्र 5.14 के अनुसार फिट कर लो। सरल पात्र के ऊपर हाइड्रोजन गैस में भरे जल को लाने पर हम देखते हैं कि प्लास्क से जल फुटारे के रूप में निकलने लगता है। इसका कारण क्या है ?



वायु हाइड्रोजन से लगभग 14 गुना भारी है।

अतः वायु की अपेक्षा हाइड्रोजन का विसरण अति शीघ्र होता है। हाइड्रोजन के सरल पात्र में विसरण के कारण सरल पात्र एवं प्लास्क में दाब बढ़ जाता है और जल फुटारे के रूप में प्लास्क से निकलने लग जाता है।

व्यवहार में गैसों के इस गुण का उपयोग मार्श गैस सूचक के रूप में कोयले की खानों में छतरे से बचने के लिए किया जाता है।

ग्राहम का विसरण का नियम

टॉमस ग्राहम (1832) ने सर्वप्रथम गैसों की विसरण गति और उनके आपेक्षिक घनत्व में सम्बन्ध स्थापित किया। उन्होंने विभिन्न गैसों के विसरण की गति का ज्ञात की और यह परिणाम निकाला कि "स्थिर

चित्र 5.14—गैसों में विसरण का प्रयोग

बाद व ताप पर गैसों की विसरण गतियाँ उनके आपेक्षिक घनत्वों के वर्गमूलों के व्युत्क्रमानुपाती होती हैं।" यह ग्राहम का गैस विसरण का नियम कहलाता है।

गणित के शब्दों में

$$r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$

( $r$  गैस की विसरण गति एवं  $d$  घनत्व है)

यदि दो गैसों की विसरण गतियाँ  $r_1$  और  $r_2$  हों और आपेक्षिक घनत्व क्रमशः  $d_1$  और  $d_2$  हों तो ग्राहम के नियमानुसार

$$r_1 \propto \frac{1}{\sqrt{d_1}}$$

$$\text{या } r_1 = \frac{k}{\sqrt{d_1}} \quad (k \text{ स्थिरांक है}) \quad \dots (1)$$

$$\text{इसी प्रकार } r_2 \propto \frac{1}{\sqrt{d_2}}$$

$$\text{या } r_2 = \frac{k}{\sqrt{d_2}} \quad (k \text{ स्थिरांक है}) \quad \dots (2)$$

समीकरण (1) में (2) का भाग देने पर

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \quad \dots (3)$$

यदि प्रथम गैस का  $v_1$  आयतन  $t_1$  सेकण्ड में और द्वितीय गैस का  $v_2$  आयतन  $t_2$  में विसरित होता है तो

$$r_1 = \frac{v_1}{t_1}$$

$$\text{और } r_2 = \frac{v_2}{t_2} \quad \dots (4)$$

समीकरण (3) में  $r_1$  और  $r_2$  का मान रखने पर

$$\frac{v_1/t_1}{v_2/t_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

$$\text{या } \frac{v_1 t_2}{v_2 t_1} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \quad \dots (5)$$

यदि दोनों गैसों का समान आयतन  $t_1$  और  $t_2$  समय में विसरित होता है तो

$$\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \quad \dots (6)$$

यदि आयतन  $v_1$  और  $v_2$  पर ही समय में विसरित होते हैं तो

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \quad \dots (7)$$

सारणी 5.2 में विभिन्न गैसों के विसरण की गतियां दी गई हैं तथा ग्राहम के नियम के अनुसार गणना करके अवलोकित व गणना द्वारा ज्ञात मानों की तुलना की गई है।

सारणी 5.2

गैस	आपेक्षिक घनत्व (हाइड्रोजन = 1)	अवलोकित विसरण गति (हाइड्रोजन = 1)	ग्राहम के विसरण नियम द्वारा गणना के अनुसार प्राप्त गति $\left( \frac{1}{\sqrt{\text{आपेक्षिक घनत्व}}} \right)$
हाइड्रोजन	1	1	1
मीथेन	8	0.35	0.35
कार्बन मोनोक्साइड	14	0.27	0.26
नाइट्रोजन	14	0.26	0.26
ऑक्सीजन	16	0.24	0.25
कार्बन डाइ- ऑक्साइड	22	0.21	0.21

### विभिन्न गैसों की विसरण गति की मिश्रता का उपयोग

1. गैस मिश्रण के अवयवों को पृथक् करने के लिए एक संरक्ष नली में गैसों का मिश्रण धीमे-धीमे प्रवाहित किया जाता है। कम घनत्व वाली गैस विसरण की गति अधिक होने के कारण संरक्ष नली की दीवारों से बाहर आ जाती है तथा वह एक बाहरी नली में आ जाती है। संरक्ष नली से अधिक घनत्व वाली गैस प्राप्त हो जाती है।

### 2. मारो गैस सूचक

एक संरक्ष पात्र में कार्क लगाकर एक नली द्वारा इसे पारे से भरी यू-नली से जोड़ देते हैं। यू-नली की दूसरी भुजा में तांबे के तार पारे की सतह से ऊंचे लटके होते हैं। तारों का सम्बन्ध बिजली की घण्टी से होता है (चित्र 5.15)। प्रयोगशाला में इस प्रयोग को प्रदर्शित करने के लिए संरक्ष पात्र के ऊपर हाइड्रोजन गैस से भरा जार उल्टा करके रखते हैं। हाइड्रोजन का, वायु से हल्की होने के कारण, संरक्ष पात्र में विसरण होने लगता है और वह पारे की सतह को दबाती है जिससे पारा दूसरी भुजा में चढ़ने लगता है और विद्युत् घण्टी पारे एवं तांबे के तारों के सम्पर्क में आते ही बजने लग जाती है।

खानों में इस प्रकार का उपकरण रखा रहने पर जब अचानक दरारों में से ज्वलनशील गैस निकलने लगती है तब यह घण्टी बज उठती है और खानों में कार्य करने वाले सावधान हो जाते हैं।

3. ग्राहम के नियम द्वारा गैसों का आपेक्षिक घनत्व भी ज्ञात किया जाता है। उदाहरणार्थ 30 सेकण्ड में 16 मिली. हाइड्रोजन विमरित होती है। उसी ताप तथा दाब पर 30 सेकण्ड में 2.8 मिली. सल्फर डाइऑक्साइड विमरित होती है। इस गैस के घनत्व की गणना हाइड्रोजन के घनत्व को इकाई मान कर करेंगे।

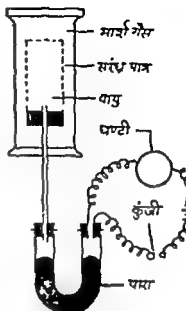
$r_1 =$  हाइड्रोजन का प्रति सेकण्ड विमरित

$$\text{आयतन} = \frac{16}{30} \text{ मिली प्रति सेकण्ड}$$

$r_2 =$  प्रति सेकण्ड सल्फर डाइऑक्साइड का

$$\text{विमरित आयतन} = \frac{2.8}{30} \text{ मिली प्रति सेकण्ड}$$

हव,



चित्र 5.15—ग्राहम गैस सूचक

$$r_1 = K \cdot \frac{1}{\sqrt{d_1}} = K \cdot \frac{1}{\sqrt{1}} \dots (i) \text{ हाइड्रोजन के घनत्व को इकाई मानकर}$$

$$r_2 = K \cdot \frac{1}{\sqrt{d_2}} \dots (ii)$$

(i) व (ii) को भाग देने पर

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{16}{30} \times \frac{30}{2.8} = \frac{K/\sqrt{1}}{K/\sqrt{d_2}}$$

$$\sqrt{d_2} = \frac{16}{1} \times \frac{1}{2.8}$$

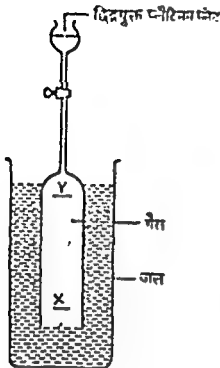
$$\text{या } d_2 = \left( \frac{16}{2.8} \right)^2 = 32.6$$

### 5.7 गैसों का निगमन

विभिन्न गैसों का एक बन्द पात्र में एकत्रित एक छिद्र द्वारा विभक्त करने का निगमन करने का ग्राहम ने निगमन द्वारा गैसों के अलग घनत्व और अणुभार को ज्ञात करने का।

अलग निगमनपात्रों द्वारा गैसों का अलग घनत्व को अणुभार ज्ञात करने का है। इसका (चित्र 5.16) में एक पात्र की उभरी होती है जो दो भागों में बंटा है जो अलग-अलग गैसों को रखते हैं। इस गैसों

मीने का मुँह खुला रहता है और ऊपर एक छोटी बुलबुली की भाँति बनी रहती है। बुलबुली की भाँति के प्लागे में एक वायु-लीट्रम की छोट-छोटी ब्रिगे की भाँति में एक वायु-लीट्रम होता है बनी रहती है।



चित्र 5.16—गैस निःसारणमापी

गैस को जमीन भाग में भरकर उस में चने का भस्म भरकर छिड़क देते हैं। छोटी की भाँति में एक वायु-लीट्रम में छोटी वायु में निर्माण होने लगती है और उस ऊपर चने लगता है। उस को X से Y तक पहुँचाने में जो समय लगे, लगता है उसे मोटे कर लेते हैं। इसी प्रकार जमीन भाग का वायु चने भाग भरना होता है उसे गैस में भर कर निःसारण का समय लगे, ज्ञात कर लेते हैं। फाटम के नियमानुसार अज्ञात गैस का वायु चने भाग निम्न सूत्र से ज्ञात करते हैं—

$$\frac{t_2}{t_1} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

यदि गैस उस में घुलनशील होती है तो जन के स्थान पर पारे का प्रयोग करते हैं।

## पुनरावलोकन

पदार्थ की गैसीय अवस्था, अध्ययन करने के लिए सबसे सरल अवस्था होती है। इसका मात्रात्मक अध्ययन रसायनज्ञों के लिए अति आवश्यक तथा लाभदायक सिद्ध हुआ है क्योंकि गैसों के व्यवहार के अध्ययन से प्राप्त ज्ञान के आधार पर ठोस तथा पदार्थों के व्यवहार को भी अच्छी तरह समझा जा सकता है। गैसों के दाब, आयतन तथा तापक्रम में सम्बन्धित नियमितताओं का अध्ययन करने से गैसों की कणीय रचना ज्ञात हुई। अतः सभी गैसों छोटे-छोटे कणों की बनी होती हैं (Particulate Model of a Gas)। दूसरे शब्दों में, गैस का "माडल" इस प्रकार समझा जा सकता है 'टीन घातु के एक डिब्बे में कुछ सीसे के छर्रे डालकर हिलाने से जो अवस्था प्राप्त होती है वह आन्तरिक अवस्था गैस का माडल है। इस माडल के आधार पर किसी भी गैस के निम्न तथ्यों को आसानी से समझा जाता है—

$$PV = \text{स्थिरांक (यदि तापक्रम स्थिर रहे)}$$

$$\frac{V}{T} = \text{स्थिरांक (यदि दाब स्थिर रहे)}$$

$$\frac{P}{T} = \text{(स्थिरांक यदि आयतन स्थिर रहे)}$$

$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \dots\dots$$

प्रयोगात्मक तथ्यों से प्राप्त गैसों का यह "माडल" गैसों के गतिज सिद्धान्त का आधार मूल है।

इस प्रकार के प्रयोगों से गैसों के बारे में निम्न बातें ज्ञात हुई—

1. गैस छोटे-छोटे कणों से रचित होती है। इन कणों को अणु कहते हैं।
2. गैसों के अणु प्रत्येक दिशा में गतिमान रहते हैं। इनकी गति तापक्रम पर निर्भर रहती है।
3. गैस द्वारा प्रदर्शित दाब गैस के अणुओं का घर्षण के इकाई आयतन पर संगठन का मान होता है।
4. गैस के एक अणु का आयतन उसके सम्पूर्ण आयतन का नगण्य होता है।
5. गैस के अणुओं के बीच पर्याप्त रिक्त स्थान होता है।
6. गैस के अणुओं के बीच अंतर्आकर्षण बल रहता है।
7. गैस का बहुत अधिक दबाने पर द्रव में बदल जाती है।
8. परम शून्य तापक्रम पर गैसों का आयतन शून्य हो जाता है। इसका मान  $-273^\circ$  में होता है।

#### अध्ययन प्रश्न

1. गैसीय पदार्थों के उन गुणों का वर्णन करो जो ठोस तथा द्रवों में भिन्न होते हैं।
2. किस प्रकार से गैसों द्वारा दर्शाया गया दाब द्रवों द्वारा दर्शाये गये दाब में भिन्न होता है?
3. किन परिस्थितियों में बॉयल तथा चार्ल्स का नियम सत्य होता है?
4. मानक दाब तथा ताप से तुल्य क्या समझते हो? किस प्रकार साधारण दाब व ताप को मानक दाब व ताप के समान कर सकते हैं?
5. परम ताप को प्राप्त करना कठिन है परन्तु हम ताप का ज्ञान हमें किस प्रकार हुआ संशोधन से लिये।
6. सेंटीग्रेड ताप के बिन्दी चार ताप को परम ताप स्केल में बदलो।
7. बॉयल तथा चार्ल्स के नियम को मिलाकर सामूहिक रूप में समीकरण द्वारा प्राप्त करने का प्रयास करो। इस सामूहिक समीकरण के उपयोग से लिये।
8. डाल्टन के आंशिक दाब के नियम को पदार्थों की आंशिक रचना की सहायता में स्पष्ट करो।
9. क्या आयतन में परिवर्तन लाये बिना किसी गैस के तापक्रम तथा दाब में परिवर्तन माना संभव है? स्पष्ट करो।
10. गैस के नियमों को निम्न समीकरणों में दिया गया है—

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}, \quad \frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad \frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2}$$

कौनसा समीकरण कौनसा गैस नियम प्रदर्शित करता है?

11. 1.5 लीटर आयतन की हवा पिस्टन द्वारा एक बेलन में बन्द करने पर  $20^\circ$  से. पर 300 वायुमण्डलीय दाब ( $3 \times 760$  मिमी. पारा) दर्शाती है। बिना तापक्रम बदले पिस्टन की अवस्था में परिवर्तन लाया गया तब दाब 1 वायुमण्डलीय हो गया। इस अवस्था में वायु का आयतन कितना होगा ? (  $4.53 \text{ lit}$  )
12. एक स्कूटर के टायर में हवा का दाब 30 पौण्ड प्रति वर्ग इंच है। यदि यह मान लिया जाय कि आयतन तथा तापक्रम स्थिर रहता है तब उसके दाब को 40 पौण्ड प्रति वर्ग इंच करने के लिए तुम क्या करोगे ?
13. एक सिलिण्डर में  $25^\circ$  से. पर नाइट्रोजन तथा जलवाष्प को रखा गया। ( $25^\circ$  से. पर जलवाष्प का दाब 23.8 मिमी.), इसका दाब 600 मिमी. है। सिलिण्डर में यदि पिस्टन को दबाकर मिश्रण के आयतन को आधा कर दिया जाय तब नाइट्रोजन का दाब कितना होगा ?
14. निम्नलिखित के कारण सोचो—
- (1) प्रामः नदी तथा झीलों के पोंदों से निकलने वाले हवा के बुलबुले का आयतन सतह पर आते-आते अधिक हो जाता है।
  - (2) वायुमण्डल में हाइड्रोजन से भरकर छोड़े गये गुब्बारे ऊपर जाते-जाते बड़े हो जाते हैं।
  - (3) गर्मी के मौसम में साइकिल में कम हवा भरी जाती है।
  - (4) वायु से भरे गुब्बारे को गर्म पानी में डालने से आकार में बढ़ जाता है। प्रत्येक के कारण को गैस की कणों की रचना पर स्पष्ट करो।
  - (5) प्रेशर कुकर में खाना जल्दी पक जाता है।

#### प्रयोगशाला प्रश्न

एक 100 घन सेमी. की काच की पिचकारी लेकर इस इकाई में बतायी गई विधि के अनुसार कम से कम चार गैसों द्वारा बॉयल व चार्ल्स का नियम दोहराओ।  
क्या सभी गैस समान व्यवहार करती हैं ? इससे तुम सभी गैसों की रचना के बारे में क्या अनुमान लगाते हो ?

#### अभ्यास प्रश्न

1. ऑक्सीजन की विसरण गति उसके अपररूप  $O_2$  में कितना गुना तीव्र होगी है—  
 (अ) 1.5.  
 (ब) 1.22.  
 (ग) 3.  
 (द)  $1.5 \times 1.5$ .  
 (इ) 0.66, ( )
2. हाइड्रोजन की विसरण गति ऑक्सीजन की अपेक्षा कितना गुना अधिक होगी है और इसका उत्तर परिचित करने के लिए बौयल नियम प्रयोग करो है—  
 (अ) 16 ; ग्रेमों का नियम।  
 (ब) 4 , ग्रेमों का नियम।  
 (ग) 16 , ग्रैम का नियम।





## एवोगैडो की परिकल्पना

चौथी इफाई में तुम पढ़ चुके हो कि किस प्रकार डाल्टन के परमाणु सिद्धान्त की दृष्टि से वैज्ञानिकों का ध्यान गैसों में होने वाली रासायनिक क्रियाओं के अध्ययन की ओर आकर्षित हुआ तथा गै-लूसैक द्वारा गैस के आयतनों के संयोग का नियम ज्ञात किया गया।

बॉयल, चार्ल्स व डाल्टन के आणविक दाब के नियमों के अध्ययन में तुम देख चुके हो कि सभी गैसों पर दाब व ताप का प्रभाव आश्चर्यजनक रूप से समान होता है जब कि ठोस व द्रव अवस्था में ऐसा नहीं होता।

गैसों के व्यवहार से मुख्यतः तीन प्रश्न सामने आते हैं—

1. तापक्रम, आयतन व दाब का प्रभाव गैसों में समान क्यों होता है ?
2. गैस सरल अनुपात में एक दूसरे से क्यों संयुक्त होती हैं ?
3. गैसों के आयतन में रासायनिक क्रिया के कारण परिवर्तन क्यों आ जाता है ? जैसे  
2 आयतन हाइड्रोजन + आयतन ऑक्सीजन से मिलकर 2 आयतन वाष्प क्यों बनाती है ?

जोन्स जेकब बर्जॉलियस

(1779-1848—स्वीडिश)

जोन्स जेकब बर्जॉलियस अपने समय के प्रमुख रासायनिक विशेषज्ञ थे। बर्जॉलियस ने 50 विभिन्न तत्वों के परमाणु भार ज्ञात किये। उन्होंने सेलेनियम (Selenium) तथा थोरियम (Thorium) नामक तत्वों की भी खोज की तथा रासायनिक संयोग के एक सिद्धान्त के भी वे निर्माता थे।



1 आयतन नाइट्रोजन, 3 आयतन हाइड्रोजन से मिलकर 2 आयतन अमोनिया कैसे बनता है, आदि, आदि ।

6.1 परमाणु सिद्धान्त के आधार पर इन्हें समझने के प्रयत्नों में मध्य डाक्टन व वर्जी ने निम्न दो तथ्यों को ध्यान में रखकर परिष्कृत किया कि एक ही दाब व ताप पर गैसों के आयतनों में परमाणुओं की संख्या समान होती है ।

(1) परमाणु सिद्धान्त के अनुसार परमाणु सग्न अनुपात में संयोग करते हैं ।

(2) गैसों के नियम के अनुसार गैसों के आयतन परस्पर अनुपात में संयोग करते हैं किन्तु इन परिष्कृतनाओं से एक मनोरंजक असंगति आ उपस्थित हुई । उदाहरण के

ऑक्सीजन व हाइड्रोजन के संयोग में जलवाष्प बनने की प्रिया गेते हैं ।

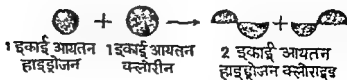
गैसों के परिष्कारों के अनुसार हमें जान है कि

2 लीटर हाइड्रोजन + 1 लीटर ऑक्सीजन  $\rightarrow$  2 लीटर जलवाष्प

प्रति तीनों गैसों समान दाब व दाब पर है अब वर्जीनियम के नियमानुसार तीनों के समान आयतन में परमाणु की संख्या समान होनी चाहिए ।



⋮



चित्र 6.1—डाक्टन व वर्जीनियम की परिष्कृत की अनुसार जलवाष्प व हाइड्रोजनोक्सीजन एसिड गैस की रचना में उपस्थित असंगति

माना कि एक आयतन में  $n$  परमाणु हैं

अतः

$2n$  परमाणु हाइड्रोजन +  $n$  परमाणु ऑक्सीजन  $\Rightarrow 2n$  परमाणु जलवाष्प

या  $n$  परमाणु हाइड्रोजन +  $1$  परमाणु ऑक्सीजन  $\Rightarrow 2$  परमाणु जलवाष्प

या  $1$  परमाणु हाइड्रोजन +  $1/2$  परमाणु ऑक्सीजन  $\Rightarrow 1$  परमाणु जलवाष्प

चित्र 6.1 में जलवाष्प का एक परमाणु अविभाज्य है किन्तु बिना परमाणु का विभाजन किये वर्जीलियस की परिकल्पना के आधार पर जलवाष्प के एक परमाणु की कल्पना करना कठिन है। इसी प्रकार अब हम दूसरा उदाहरण लेते हैं। हाइड्रोजन क्लोराइड गैस के लिए वर्जीलियस की परिकल्पना को ध्यान में रखकर एक परमाणु हाइड्रोजनक्लोरिक एसिड गैस के संगठन का अनुमान लगाओ।

$1$  लीटर हाइड्रोजन +  $1$  लीटर क्लोरीन  $\rightarrow 2$  लीटर हाइड्रोजनक्लोरिक एसिड गैस

तुम देखोगे कि एक परमाणु हाइड्रोजन क्लोराइड गैस के संगठन में  $\frac{1}{2}$  परमाणु हाइड्रोजन व  $\frac{1}{2}$  परमाणु क्लोरीन की आवश्यकता होती है।

इन उदाहरणों से स्पष्ट हो जाता है कि वर्जीलियस की कल्पना प्रायोगिक तथ्यों को स्पष्ट नहीं कर पाती है। ऐसी अवस्था में निम्न सम्भावनाएं हैं:

1. वर्जीलियस परिकल्पना में संशोधन किया जाय।
2. वर्जीलियस परिकल्पना को छोड़ दिया जाय।
3. डाल्टन के परमाणु सिद्धान्त (अविभाज्य परमाणु) में संशोधन किया जाय।
4. अथवा डाल्टन के परमाणु सिद्धान्त को छोड़ दिया जाय।

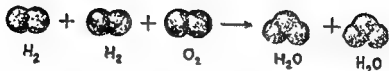
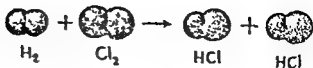
### एमिडियो एवोगेंड्रो

(1776-1856—इटैलियन)

यह एक कुशाग्र बुद्धि इटालियन भौतिक शास्त्री एमिडियो एवोगेंड्रो की ही प्रतिभा थी कि उन्होंने गैस-सूक्ष्म के प्रायोगिक प्रमाणों एवं डाल्टन के अविभाज्य परमाणु के सिद्धान्त में उत्पन्न असंगति को दूर किया। एमिडियो एवोगेंड्रो नागरिक मामलों तथा अध्यापन दोनों में ही सक्रिय थे। सेवोशिये की भांति वे भी कई जन-कार्यक्रमों में उच्च पदों पर नियुक्त रहे। उन्होंने शिक्षा, भौतम विज्ञान, भाव एवं मापन तथा राष्ट्रीय साक्ष्यकी का अध्ययन किया।



1811 में इटली के वैज्ञानिक एमिडियो एवोगेंड्रो ने इस कठिनार्थ का एक अत्यन्त बुद्धिमत्तापूर्ण हल निकाला। उन्होंने परमाणु को अविभाज्य मानते हुए यह तर्क दिया कि यदि हम जलवाष्प के एक परमाणु में अविभाज्य परमाणु की उपस्थित मान लें (चित्र 6.2) तब समीकरण से बाईं



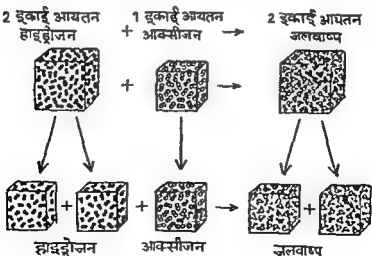
चित्र 6.2—एवोगैड्रो की परिकल्पना की सहायता से समस्या का हल

छोर ऑक्सीजन के छोटे से छोटे बण में कम से कम दो ऑक्सीजन के परमाणु होने चाहिए। उन्होंने हम छोटे से छोटे बण का नाम 'अणु' दिया तथा बर्जीलियस की परिकल्पना को इस प्रकार संशोधित रूप दिया :

'एक ही बाब व तार पर गैसों के समान आयतनों में अणुओं की संख्या समान होती है।' यह एवोगैड्रो की परिकल्पना कहलाती है।

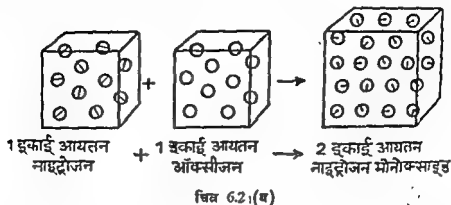
एवोगैड्रो की परिकल्पना के अनुसार हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, क्लोरिन, आदि गैसों के छोटे से छोटे बण अणुओं में दो-दो परमाणु होते हैं। अर्थात् वे  $\text{H}_2$ ,  $\text{O}_2$ ,  $\text{N}_2$  तथा  $\text{Cl}_2$  के रूप में रहने हैं व कि  $\text{H}$ ,  $\text{O}$ ,  $\text{N}$ ,  $\text{Cl}$  के रूप में जैसा कि बाल्टन द्वारा माना गया था।

चित्र 6.2 (अ व ब) में एवोगैड्रो की परिकल्पना के अनुसार जलवाष्प व हाइड्रोक्लोरिक एसिड



चित्र 6.2 (अ)

के अणुओं का बनना स्पष्ट किया गया है। तुम्हें यह जानकर आश्चर्य होगा कि इतनी महत्वपूर्ण



परिकल्पना को लगभग 50 वर्षों तक स्वीकार नहीं किया गया। बर्जीलियस ने तो इसे हास्यास्पद बताकर इसका कटु विरोध किया यद्यपि इससे रसायनज्ञों के सामने आयी जटिल गुत्थियाँ सुलझ गयीं। इसी परिकल्पना के कारण डॉल्टन के परमाणु सिद्धान्त में परमाणु की संकल्पना के साथ परमाणुओं की उस अणु अवस्था का अनुमान भी लगाया जा सका जिससे ये स्वतन्त्र अवस्था में रह सकते हैं। जो परमाणु स्वयं स्वतन्त्र अवस्था में नहीं रह सकते वे समूह बना कर अणुओं के रूप में रहते हैं। अधिकांश ज्ञात तत्वों के परमाणु स्वतन्त्र अवस्था में रह कर अणुओं के रूप में ही रहते हैं।

**6.2** एक अणु में परमाणुओं की संख्या को परमाणुता कहते हैं। जैसे हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, हाइड्रोजन, आदि गैसों की परमाणुता दो है। इन्हें द्विपरमाणुक अणु (diatomic molecules) भी कहते हैं।

सिद्ध करना है कि हाइड्रोजन द्विपरमाणुक है। हाइड्रोजन क्लोराइड संयोजन में :

1 लीटर हाइड्रोजन + 1 लीटर क्लोरीन = 2 लीटर हाइड्रोजन क्लोराइड

तीनों गैसों समान ताप व दाब पर हैं। अतः एवोगैड्रो परिकल्पना के अनुसार इनके समान

आयतन 1 लीटर में अणुओं की संख्या  $n$  भी समान होगी। अतः

$n$  अणु हाइड्रोजन +  $n$  अणु क्लोरीन =  $2n$  अणु हाइड्रोजन क्लोराइड

या 1 अणु हाइड्रोजन + 1 अणु क्लोरीन = 2 अणु हाइड्रोजन क्लोराइड

या  $\frac{1}{2}$  अणु हाइड्रोजन +  $\frac{1}{2}$  अणु क्लोरीन = 1 अणु हाइड्रोजन क्लोराइड

हाइड्रोजन क्लोराइड के 1 अणु में  $\frac{1}{2}$  अणु हाइड्रोजन एवं  $\frac{1}{2}$  अणु क्लोरीन है।

किसी अम्ल के सोडियम तत्वों की संख्या उस अम्ल में उपस्थित प्रतिस्थापनीय हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या के बराबर होती है। हाइड्रोक्लोरिक अम्ल केवल एक ही सोडियम तत्व सोडियम क्लोराइड NaCl बनाता है। अर्थात् इसके एक अणु में केवल एक हाइड्रोजन परमाणु है। यह एक हाइड्रोजन का परमाणु हाइड्रोजन क्लोराइड को  $\frac{1}{2}$  अणु हाइड्रोजन से प्राप्त हुआ है। अतः स्पष्ट है कि हाइड्रोजन के एक अणु में दो परमाणु हैं या हाइड्रोजन द्विपरमाणुक है।

6.3 निम्न प्रकार ठोस व द्रव पदार्थों का आपेक्षिक घनत्व जल के घनत्व से तुलना करके ज्ञात किया जाता है। इसी प्रकार गैसों के घनत्व को, जिसे वाष्प घनत्व कहते हैं, हाइड्रोजन से तुलना करके प्राप्त किया जाता है।

$$\text{गैस का वाष्प घनत्व} = \frac{\text{गैस के किसी आयतन का भार}}{\text{समान ताप व दाब पर हाइड्रोजन के उतने ही आयतन का भार}}$$

गैस और हाइड्रोजन समान ताप व दाब पर है। अतः एवोगैड्रो की परिकल्पना अनुसार निम्नवत् आयतन में अणुओं की संख्या  $n$  समान है।

$$\text{अतः, वाष्प घनत्व} = \frac{\text{गैस के } n \text{ अणुओं का भार}}{\text{हाइड्रोजन के } n \text{ वा अणुओं का भार}}$$

$$\text{वाष्प घनत्व} = \frac{\text{गैस के एक अणु का भार}}{\text{हाइड्रोजन के एक अणु का भार}}$$

$$\text{वाष्प घनत्व} = \frac{\text{गैस के एक अणु का भार}}{\text{हाइड्रोजन के 2 परमाणु का भार}}$$

(चूँकि हाइड्रोजन द्विपरमाणुक है)

$$\text{वाष्प घनत्व} = \frac{\text{गैस के एक अणु का भार}}{2 \times \text{हाइड्रोजन के एक परमाणु का भार}}$$

$$2 \times \text{वाष्प घनत्व} = \frac{\text{गैस के एक अणु का भार}}{\text{हाइड्रोजन के एक परमाणु का भार}}$$

$$2 \times \text{वाष्प घनत्व} = \text{अणुभार}$$

(चूँकि हाइड्रोजन के एक परमाणु के भार की तुलना में गैस के एक अणु के भार को अणुभार कहते हैं)

#### सारणी 6.1

##### गैसों के अणुभार

गैस	अणुभार	गैस	अणुभार
ऑक्सीजन	32	हाइड्रोजन	2
नाइट्रोजन	28	कार्बन डाइऑक्साइड	44
कार्बन मोनोक्साइड	28	हाइड्रोक्लोरिक एसिड गैस	36.5
अमोनिया	17		

6.4 यदि गैस के अणुभार को ग्रामों में लिखते हैं तो यह गैस का द्रव्य-अणुभार कहलाता है। जैसे ऑक्सीजन के ग्राम-अणुभार का अर्थ है 32 ग्राम ऑक्सीजन। मानक दाब व ताप पर किसी गैस के ग्राम-अणुभार की गणना इस प्रकार करते हैं :

गैस समीकरण की सहायता से मानक दाब व ताप पर उसका आयतन ज्ञात कर लेते हैं। इस आयतन का भार ज्ञात होने के कारण, 1 लीटर भार की गणना कर लेते हैं। यदि गैस का अणुभार होगा है।

उदाहरण के लिए—

मान लो किसी गैस का ग्राम—अणुभार  $M$  ग्राम है :

$$\text{गैस का वाष्प घनत्व} = \frac{\text{गैस के एक लीटर का मानक दाब व ताप पर भार}}{\text{हाइड्रोजन के एक लीटर का मानक दाब व ताप पर भार}}$$

क्योंकि प्रयोगों द्वारा मानक दाब व ताप पर हाइड्रोजन के एक लीटर का भार 0.089 ग्राम ज्ञात किया गया है

$$\text{वाष्प घनत्व} = \frac{\text{गैस के एक लीटर का मानक दाब व ताप पर भार}}{0.089 \text{ ग्राम}}$$

$$\text{किन्तु वाष्प घनत्व} = \frac{\text{अणु भार}}{2} = \frac{M}{2}$$

अतएव,

$$\frac{M}{2} = \frac{\text{गैस के एक लीटर का मानक दाब व ताप पर भार}}{0.089 \text{ ग्राम}}$$

$$\text{या गैस के एक लीटर का मानक दाब व ताप पर भार} = \frac{M}{2} \times 0.089 \text{ ग्राम}$$

अथवा,

$$\frac{M}{2} \times 0.089 \text{ ग्राम गैस का मानक दाब व ताप पर आयतन} = 1 \text{ लीटर}$$

$$M \text{ ग्राम (ग्राम-अणुभार) गैस का मानक दाब व ताप पर आयतन}$$

$$= \frac{2}{0.089} \text{ लीटर}$$

$$= 22.4 \text{ लीटर}$$

इससे यह मनोरंजक परिणाम प्राप्त होता है कि मानक दाब व ताप पर किसी भी गैस के ग्राम-अणुभार का आयतन 22.4 लीटर होना चाहिए। प्रायोगिक मापन करने पर यह परिणाम सत्य पाया गया है।

उपरोक्त परिणाम व गैस समीकरण की सहायता से अणुभार ज्ञात करना अत्यन्त सरल है जिम्मे भी ताप व दाब पर गैस की मात्रा ज्ञात करके गैस समीकरण की सहायता से मानक दाब व ताप पर उसका आयतन ज्ञात कर लेते हैं। इस आयतन का भार ज्ञात होने के कारण, 22.4 लीटर के भार की गणना कर लेते हैं। यही गैस का अणुभार होता है।

उदाहरण के लिए—

27° सें. ताप व 800 मिमी. दाब पर 20 लीटर नाइट्रोजन का भार 24 ग्राम है। नाइट्रोजन का अणुभार ज्ञात करो।

मानक दाब व ताप

$$P_1 = 800 \text{ मिमी}$$

$$P_2 = 760 \text{ मिमी}$$

$$V_1 = 20 \text{ लीटर}$$

$$V_2 = ?$$

$$T_1 = 27^\circ \text{ सें.} + 273 = 300^\circ \text{ के}$$

$$T_2 = 273^\circ \text{ के}$$

गैस समीकरण की सहायता से

नाइट्रोजन का मानक दाब व ताप पर आयतन करने पर

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

या 
$$\frac{800 \times 20}{300} = \frac{760 \times V_2}{273} \text{ लीटर}$$

$$V_2 = 19.2 \text{ लीटर}$$

अब,

मानक दाब व ताप पर 19.2 लीटर नाइट्रोजन का भार = 24 ग्राम

$$\therefore 22.4 \text{ लीटर नाइट्रोजन का भार} = \frac{24 \times 22.4}{19.2} \text{ ग्राम}$$

$$= 28 \text{ ग्राम}$$

अतएव, नाइट्रोजन का ग्राम-अणुभार = 28 ग्राम

तथा अणुभार = 28

**6.5** यह ज्ञात कर लेने पर कि एक ग्राम-अणुभार गैस का मानक दाब व ताप पर प्रत्येक गैस के लिए आयतन 22.4 लीटर होता है, एवोगैड्रो की परिकल्पना को ध्यान में रखते हुए यह परिणाम निकालना स्वाभाविक है कि मानक दाब व ताप पर किसी भी गैस का एक ग्राम-अणुभार लीटर पर उसमें अणुओं की संख्या समान होगी। यह संख्या कितनी है? वैज्ञानिकों ने अनेकों विधियों द्वारा इसका मान  $6.02 \times 10^{23}$  ज्ञात किया है। शब्दों में इस संख्या को लिखना कठिन है क्योंकि केवल अंकों में लिखने पर ही यह है—

$$602,000,000,000,000,000,000,000$$

यद्यपि यह संख्या इतनी बड़ी है कि इसका प्रयोग करना सुविधाजनक नहीं है, किन्तु यह इतनी महत्वपूर्ण है कि न केवल गैसों अपितु आजकल रसायन की सभी गणनाओं में वैज्ञानिक इसका उपयोग करते हैं। सुविधा के लिए इसे एक मोल कहते हैं।

एवोगैड्रो के सम्मान में यह संख्या ( $6.02 \times 10^{23}$ ) एवोगैड्रो संख्या (Avogadro Number) कहलाती है।

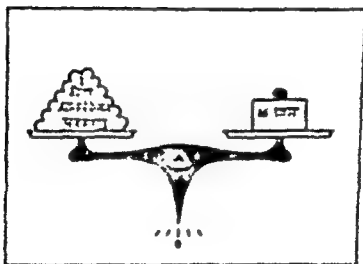
**6.6** रसायनशास्त्र में मोल की धारणा का क्या महत्व है? रसायनज्ञ क्यों मोल का प्रयोग करने लगे हैं?

पदार्थ परमाणुओं से बने होने के कारण इन्हें गिनने का रसायनवेत्ताओं को इसकी सरलता व परिवर्तनों के परीक्षणों का निरीक्षण व गणनाओं में इनकी संख्या का अनुमान रखने की आवश्यकता पड़ती है। किन्तु यह तुल्य देख ही चुके हों कि अत्यन्त सूक्ष्म होने के कारण रसायनिक क्रियाओं में भाग लेने वाले परमाणुओं की संख्या इसनी अत्यधिक होती है तथा उन्हें गिनना असम्भव

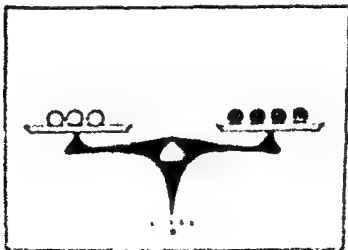


३। प्रयोग के लिए 6 एक क्यूब के लुई के बूंदों से मिली समान एक साथ करीब मात्र  $1 \times 10^{11}$  परमाणु होते हैं। बहुत लुईकी क्यूबों को मिलाने का एक बड़ा मात्रा होने होता है। जैसे—जैसे लुई एक लुई की मात्रा मात्र होती लुई एक मात्रा लुईकी को मिलाने की मात्रा मात्र मात्र लुईकी मात्रा मात्र मात्रा लुईकी मात्रा मात्रा।

इस बहुत लुईकी मात्रा में लुईकी लुईकी क्यूबों को मिलाने के लिए प्रयोग का प्रयोग होता है। जैसे—24 लुईकी लुईकी के मात्रा मात्र मात्र 2 लुईकी लुईकी होता है। मात्रा की मात्रा लुईकी को मात्र मात्र मात्र है। 10-1 लुईकी के लिए मात्र मात्रा लुईकी का प्रयोग होता है। लुईकी-लुईकी लुईकी मात्रा लुईकी को मात्र मात्रा है। इससे परमाणुको की मात्रा को मात्र मात्रा मात्र मात्रा है।

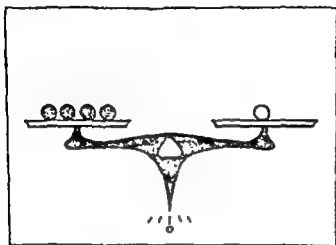


चित्र १।—1 ग्राम लुईकी मात्रा परमाणु का मात्र 1 ग्राम है।



चित्र 2।—3 ग्राम लुईकी मात्रा परमाणु का मात्र 3 ग्राम है।

के ऑक्सीजन के एक 'मोल' परमाणुओं का भार ठीक 16 ग्राम हो\* (चित्र 6.3)। कार्बन के परमाणुओं का भार ऑक्सीजन के परमाणुओं से  $\frac{1}{2}$  होता है (चित्र 6.4)। अतएव, एक मोल कार्बन परमाणुओं का भार  $\frac{1}{2} \times 16 = 8$  ग्राम होगा। इसी प्रकार ऑक्सीजन के परमाणु हीलियम के परमाणु से 4 गुना भारी होते हैं (चित्र 6.5)। अतएव, एक मोल हीलियम ( $6.02 \times 10^{23}$  सख्या) के परमाणुओं का भार 4 ग्राम होगा।



चित्र 6.5—ऑक्सीजन के परमाणु हीलियम से 4 गुना भारी होते हैं

मोल धारण व मोल इकाइयों के महत्त्व पर हम अपना, नुन्याकी भार व परमाणु भार के अध्ययन के पश्चात् पुन प्रकाश डालेंगे।

### पुनरावलोकन

रसायनिक क्रिया करने वाली गैसों के आयतनों का सापेक्ष अध्ययन करने में मेन्गैस का नाम अग्रणी है। उन्होंने प्रयोग कर ज्ञात किया कि अभिक्रिया होने समय गैसों के आयतनों में एक सरल अनुपात रहता है। प्रत्येक गैस छोटे-छोटे कणों में रचित होती है। अतः स्पष्ट है कि गैसों के आयतनों में उपस्थित कणों में भी सरल अनुपात होना चाहिए। इस बात की पुष्टि अन्तिम सर्वप्रथम बर्जीलियस ने की थी।

बर्जीलियस की परिकल्पना ने मेन्गैस के प्रायोगिक तथ्यों का स्पष्टीकरण कर दिना परन्तु यह निश्चयात्मक रूप में ज्ञात नहीं हो सका कि क्या परमाणु का आधा परमाणु बन जाता है।

\* 1961 में वैज्ञानिकों द्वारा कार्बन के एक मोल परमाणुओं के भार को 12 ग्राम माना गया है। इसका वर्णन तुम अभी दृष्टाई में पढ़ेंगे।

1811 में एवोगैड्रो ने बर्जोलियस की परिकल्पना में संशोधन किया कि समान ताप व दाब की अवस्था में समान आयतनों में गैसों के अणुओं की संख्या समान होती है।

एवोगैड्रो की परिकल्पना द्वारा भी गै-न्यूँक के प्रायोगिक तथ्यों को स्पष्ट किया गया तथा अणु एवं परमाणु का भेद स्पष्ट किया। इसका उपयोग गैसों की परमाणुता, वाष्प घनत्व एवं अणुभार निकालने में किया जाता है। एवोगैड्रो की परिकल्पना से एक और नया सम्बन्ध प्राप्त किया गया। मानक दाब व ताप पर प्रत्येक गैस (पदार्थ) का ग्राम अणुभार 22.4 लीटर आयतन घेरता है। क्योंकि आयतन समान है इसलिए इसमें उपस्थित अणुओं की संख्या भी समान होती चाहिए। आधुनिक प्रयोगों द्वारा इन संख्या को गहरी सही निश्चित किया गया है। यह संख्या एवोगैड्रो संख्या कहलाती है। इसका मान  $6.02 \times 10^{23}$  होता है।

इस संख्या को प्रयोगशाला की प्रियाए करने समय एक इकाई मान लिया गया है जिसे मोल कहते हैं। किसी भी पदार्थ के एक 'मोल' में उस पदार्थ के  $6.02 \times 10^{23}$  कण होते हैं। यह कण परमाणु, अणु, इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूॉन, इत्यादि हो सकते हैं।

डाल्टन का परमाणुवाद सिद्धान्त गैसों में होने वाले रासायनिक परिवर्तनों का स्पष्टीकरण नहीं कर पाया। इस सम्बन्ध में सर्वप्रथम फ्रांस के वैज्ञानिक गै-न्यूँक ने गैसों का मात्रात्मक अध्ययन कर एक सामान्यीकरण निकाला कि जब गैसें अभिप्रिया करती हैं, तब उनके आयतनों में सरल अनुपात होता है और यदि नियोजन भी गैस हो तो उसमें सरल अनुपात है।

इस प्रकार के अन्वेषणों ने बर्जोलियस तथा एवोगैड्रो का ध्यान आकषित किया। प्राप्त प्रायोगिक तथ्यों की नियमितता का कारण खोजने के लिए बर्जोलियस तथा एवोगैड्रो ने अपनी-अपनी परिकल्पनाएँ बनायीं तथा उनकी महायत्ना से तथ्यों को समझने का प्रयास किया। इस सत्यापन की प्रविधि में बर्जोलियस की परिकल्पना असत्य रही। अतः गैसों में होने वाली अभिप्रियाओं को एवोगैड्रो की परिकल्पना के आधार पर समझाया जाता है।

इस परिकल्पना के आधार पर रसायनशास्त्र में अन्य निम्न निष्कर्ष निकाले गये :

1. साधारण गैसों—जैसे हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, क्लोरीन, नाइट्रोजन, आदि—के एक अणु में दो परमाणु रहते हैं।

या—हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, क्लोरीन, नाइट्रोजन के अणु द्विपरमाणुक होते हैं।

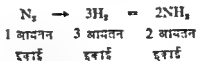
2. गैसों का अणुभार उनके वाष्प घनत्व का दुगुना होता है।

3. मानक दाब व ताप पर सभी गैसों के ग्राम अणुभार का आयतन समान रहता है। यह आयतन गैसों का अणुक आयतन कहलाता है।

4. प्रत्येक गैस के अणुक आयतन में  $6.02 \times 10^{23}$  अणु रहते हैं। यह संख्या एवोगैड्रो संख्या कहलाती है। इसको N द्वारा प्रदर्शित किया जाता है। यह संख्या रसायनशास्त्र में मोल इकाई के नाम से प्रचलित है। इस परिकल्पना का उपयोग योगिकों के अणु सूत्र निकालने में किया जाता है। इसका मान कई विधियों द्वारा निकाला जाता है। एवोगैड्रो परिकल्पना के व्यापक होने से यह आचकस एवोगैड्रो के नियम से प्रचलित हो गई है।

## हार्डमन प्रश्न

1. एमोनिया निर्माण सम्बन्धित प्रायोगिक तथ्य निम्न प्रकार में प्रदर्शित किया जाता है :



यदि एक हवाई आयतन में नाइट्रोजन व हाइड्रोजन के 100 अणु हो तथा प्रत्येक अणु द्विपरमाण्विक हो, तो उपर्युक्त तथ्यों के आधार पर

(अ) एबोगैड्रो की परिकल्पना को सिद्ध करो ।

(ब) उपर्युक्त प्रयोग में यदि नाइट्रोजन एवं हाइड्रोजन के अणुभार क्रमशः 28 तथा 2 हो तो स्पष्ट करो कि दोनों गैसों के समान अणु समान ताप तथा दाब पर समान आयतन घेरेंगे ।

2. गै-लूसैक के नियम के आधार पर स्पष्ट करो कि—

(अ) क्या 623.6 मिली. हाइड्रोजन 311.8 मिली. ऑक्सीजन में क्रिया कर 623.6 मिली. जलवाष्प बनायेगी ?

(ब) क्या 623.6 मिली हाइड्रोजन मानक दाब व ताप पर 311.8 मिली. ऑक्सीजन से मानक दाब व ताप पर अभिक्रिया कर 1246.2 मिली. जलवाष्प 273° से तथा 760 मिली. पारे के दाब पर बना देगी ? स्पष्ट करो ।

3. निम्न सारणी में दिये गये तथ्य में किस प्रकार एबोगैड्रो की परिकल्पना को सिद्ध करते हैं

गैस का नाम	मूल	समान आयतन में उपस्थित हाइड्रोजन की मात्रा
हाइड्रोक्लोरिक एसिड	HCl	0.1 ग्राम
हाइड्रोजन	H <sub>2</sub>	0.2 ग्राम
अमोनिया	NH <sub>3</sub>	0.3 ग्राम
मीथेन	CH <sub>4</sub>	0.4 ग्राम
एथिलीन	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.4 ग्राम

4. (1) मानक ताप व दाब पर 4.00 ग्राम ऑक्सीजन कितना आयतन घेरेंगी ? (2) O<sub>2</sub> के कितने मोल इस आयतन में उपस्थित होंगे ? (3) O<sub>2</sub> के कितने अणु इस आयतन में उपस्थित होंगे ? (4) यदि ताप व दाब की नई अवस्थाएँ क्रमशः 273° से व 380 टॉस हो तो नया आयतन क्या होगा ? (5) CO<sub>2</sub> के कितने मोल इस नये आयतन में होंगे ? (6) इस नये आयतन में O<sub>2</sub> के कितने अणु उपस्थित होंगे ? (7) गैसीय पदार्थ का कौनसा विभिन्न गुण मोल की सख्या ज्ञात करता है ?

[उत्तर—(1) 0.125 मोल (3) 11.21 (6) 7.53 × 10<sup>23</sup> अणु

## अभ्यास प्रश्न

1. एबोगैड्रो के नियम के अनुसार :

(अ) आक्सीजन के अणु के जितना बड़ा हाइड्रोजन का अणु होता है ।

(ब) सारे अणुओं का आयतन समान होता है ।

- (ग) सादे रीसिंग यन्त्रों का आकारन समान होता है।  
 (ख) रिफ़्लेक्टिंग का एक यन्त्र अपमान साज व दाब पर समान आकारन करता है।  
 (ङ) सभी रीसिंग के यन्त्र डिफ़रेंसमायुक्त होते हैं। ( )
2. हाइड्रोजन के दो यन्त्र न अतिशीतन का एक यन्त्र मिश्रण का दान के दो यन्त्र बनते हैं। इनके समान होता है कि अतिशीतन के एक यन्त्र में  
 (अ) दो परमाणु होते हैं।  
 (ब) कम से कम दो परमाणु होते हैं।  
 (ग) तीन अथवा उससे भी अधिक परमाणु होते हैं।  
 (ङ) 16 अथवा 8 परमाणु होते हैं।  
 (द) सम अथवा में परमाणु होते हैं। ( )
3. 2.016 ग्राम हाइड्रोजन व 16 ग्राम अतिशीतन में अणुओं की संख्या  
 (अ) बरी एक ही होती है।  
 (ब) समान नहीं होती।  
 (ग) 2 : 1 के अनुपात में होती है।  
 (ङ) समान 6  $\times 10^{23}$  होती है।  
 (द)  $96500 \times 10^{10}$  होती है। ( )
4. गैस हाइड्रोजनोसिक आस व रीसिंग गैस का बोमट की विद्या में प्रान 11.2 सेंटीमीटर का बरत बाद-  
 आसमादक में मापन गैस व दाब पर अणुओं की संख्या होती  
 (अ) 44  
 (ब)  $44 + 36.5 - 30.5$ .  
 (ग)  $3.01 \times 10^{23}$   
 (ङ)  $6.02 \times 10^{23}$ .  
 (द)  $60.2 \times 10^{23}$ . ( )
5. हाइड्रोजन एक डिफ़रेंसमायुक्त यन्त्र है क्योंकि  
 (अ) इनके सर्वसाधारण योमिक अर्थात् जल में बंधन दो परमाणु होते हैं।  
 (ब) इनके एक अणु में दो परमाणु होते हैं।  
 (ग) Mg व  $H_2SO_4$  की विद्या से  $H_2$  गैस निकलती है।  
 (ङ) हाइड्रोजन क्लोराइड के दो अणु में हाइड्रोजन के दो परमाणु होते हैं।  
 (द) इन चारों के अतिरिक्त कोई और कारण है।

[उत्तर : 1. (ङ) 2. (ङ) 3. (ङ) 4. (ग) 5. (ब)]

## अणुभार

7.1 लिट्नी टर्बाई में सुम्मेन गैस के भार व हाइड्रोजन के एक अणु के भार के अनुपात को अणुभार मान कर वास्तविक व अणुभार सम्बन्ध ज्ञान किया था।

यद्यपि में तो अणुभार शब्द के अर्थ के अनुसार एक अणु का भार ही होना चाहिए किन्तु उनके भार दत्तन में है कि उनके ग्रामों में तो लिट्नी भी कटित है। उदाहरण के लिए अमोनिया के एक अणु का भार 0 000,000,000,000,000,000,000,000,003 ग्राम के लगभग होता है। अतएव, अणु भार के लिए दूसरा माप प्रयोग किया जाता है। आक्सीजन के परमाणु का भार 16 टर्बाई मान कर अन्य अणुओं व परमाणुओं का भार व्यवहार में लाया जाता है। इस माप को परमाणु भार टर्बाई (यथा  $\text{Atomic Weight Unit, A.W.U.}$ ) कहते हैं। गन्धक के परमाणु ऑक्सीजन के परमाणु में दो गुना भारी होते हैं। इसलिए गन्धक का परमाणु भार 32 यथा द. हुआ। इसी प्रकार ऑक्सीजन परमाणु, हाइड्रोजन के परमाणु में लगभग 16 गुना भारी होता है। अतएव हाइड्रोजन के परमाणु का भार एक यथा द. हुआ, क्योंकि अणु तत्वों के परमाणुओं में मिलकर बनते हैं, अणु का भार उसमें उपस्थित परमाणुओं के भार के योग के बराबर होता चाहिए। जैसे कार्बन डाइऑक्साइड  $\text{CO}_2$  का अणुभार = कार्बन का परमाणु भार + आक्सीजन के दो परमाणुओं का भार  $12 + 2 \times 16 = 44$

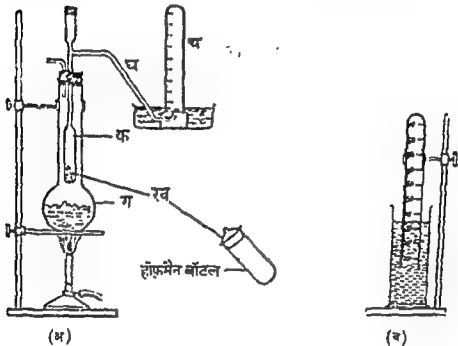
अतएव, किसी पदार्थ के अणुभार में हमारा ज्ञानपूर्व होता है कि उस पदार्थ का एक अणु हाइड्रोजन के एक परमाणु के भार या ऑक्सीजन के एक परमाणु के भार के  $\frac{1}{16}$  या कार्बन के एक परमाणु के भार के  $\frac{1}{12}$  भाग में विभक्त गुना भारी है।\*

\* हाइड्रोजन या ऑक्सीजन या कार्बन (जैसा बीजानिनो ने 1961 में निर्णय किया) के परमाणुओं को वजन. 1, 16 व 12 टर्बाई मान कर ज्ञात परमाणु व अणुभारों में मुख्य अन्तर आता है क्योंकि ऑक्सीजन या कार्बन के परमाणु हाइड्रोजन के परमाणु की अपेक्षा पूर्ण रूप से 16 व 12 गुना भारी न होकर लगभग 16 व 12 गुना भारी होते हैं। साधारण समारक्षित सन्दर्भ इस अन्तर में प्रभावित नहीं होता और इस छोटे अन्तर में ज्ञात विचलन को व्यवहारिक रूप में ध्यान में नहीं लेते हैं। इनके मुख्य अन्तर के विषय में नवी टर्बाई में विस्तार में विचार करेंगे।

इस प्रकार अणुभार की गणना करना अत्यन्त सरल प्रतीत होता है क्योंकि वास्तव दान्द्रप्रमाणित के अणु की गणना व वास्तव व द्रव्यमान के परमाणुओं के भारों की गणना मान लिया गया है।

## 7.2 वाष्पशील पदार्थों का वाष्प घनत्व माप

प्रयोगशाला में वाष्पशील पदार्थों का वाष्प घनत्व निरधारण के लिए विक्टर मेयर विधि उपयोग में लाई जाती है। चित्र 7.3 में विक्टर मेयर उपकरण दर्शाया गया है।



चित्र 7.1—(अ), (ब) विक्टर मेयर विधि द्वारा वाष्पशील द्रवों के अणुभार ज्ञान करने के लिए प्रयुक्त उपकरण

- (i) यादृरी जैकट ग में ऐसा द्रव लेते हैं जिसका स्वयन्ताक दिये हुए वाष्पशील पदार्थ के वाष्पन ताप से  $20^{\circ}$  या  $25^{\circ}$  से अधिक हो। इसके द्रव को छोला कर इसकी वाष्प से विक्टर मेयर नली को गर्म करते हैं। नली में से कुछ वायु ताप अधिक ताप के कारण फैलकर घ नली द्वारा पानी में होकर बाहर निकल जाती है। कुछ समय पश्चात् साम्य अवस्था आ जाती है और वायु के बुलबुले निकलने बन्द हो जाते हैं।
- (ii) एक छोटी सी शीशी घ (जिसे हाफमैन वाटल कहते हैं) का भार ज्ञात करके उसमें वाष्पशील द्रव लेकर पुन तोल लेते हैं। अब इस शीशी को विक्टर मेयर नली में ऊपरी काँच खोल कर डाल देते हैं। विक्टर मेयर नली के निचले भाग में पहले ही काँच का ऊन (glass wool) या रेत डाल देते हैं अन्यथा हाफमैन वाटल के ऊपर से गिरने पर विक्टर मेयर नली की तली टूट जाने की सम्भावना रहती है।

(iii) विक्टर मेयर नली में अधिक तापन के कारण हाफर्मन वाटन खुल जाती है तथा वाष्पशील द्रव की वाष्प बन जाती है। अपने आयतन के बराबर वायु को विक्टर मेयर नली में विस्थापित कर देती है। यह विस्थापित वायु एक अज्ञात नली में संग्रहित कर ली जाती है। संग्रहित वायु का आयतन निम्न 7.3 (घ) की भांति बाहर और अन्दर जल का नल समान करके अंशित कर लेने है। संग्रहित वायु त्रिम में जलवाष्प का दाब सम्मिलित होता है इस स्थिति में वायुमण्डल के दाब के बराबर होता है। इस जल के ताप पर जलवाष्प दाब भारतीय देश भर ज्ञात कर लेने है तथा वायुमण्डल का दाब बैरोमीटर से पढ़ लेने है।

प्राप्त परिणामों का अवन व अनुभार की गणना निम्न प्रकार की जाती है—

- (क) (i) रिक्त हाफर्मन वाटन का भार = 12.5462 ग्राम  
(ii) हाफर्मन वाटन + वाष्पशील द्रव का भार = 12.7802 ग्राम  
(iii) हाफर्मन वाटन में वाष्पशील द्रव का भार = 0.2340 ग्राम  
(ख) (i) वाष्प द्वारा विस्थापित वायु का आयतन = 42.5 मिमी  
(ii) संग्रहित वायु का ताप = 23° से  
(iii) 23° से. ताप पर जलवाष्प दाब = 25 मिमी  
(iv) वायुमण्डलीय दाब = 745 मिमी

वाष्पशील द्रव का मानक दाब ताप पर आयतन  $V_s$  ज्ञान करना :

संग्रहित आयतन वाली संग्रहित शुष्क वायु का दाब

$$P_1 = 745 - 25 \text{ मिमी} \quad P_2 = 760 \text{ मिमी.}$$

$$\text{आयतन } V_1 = 42.5 \text{ मिमी} \quad V_2 = ?$$

$$\text{ताप } T_1 = 273 + 23 = 296^\circ \text{ के} \quad T_2 = 273^\circ \text{ के}$$

गैस समीकरण के अनुसार

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{720 \times 42.5}{296} = \frac{760 \times V_2}{273}$$

$$\therefore V_2 = 45.4 \text{ मिमी.}$$

मानक दाब व ताप पर 45.4 मिमी. वाष्प का भार = 0.2340 ग्राम

$$\therefore 22.4 \text{ मीटर वाष्प का भार} = \frac{0.234 \times 22.4 \times 1000}{45.4} \text{ ग्राम}$$

$$= 118.7 \text{ ग्राम}$$

7.3 गैस विसरण अथवा निसरण के अध्ययन में जल विसरण द्रष्टि से भी अनुभार की गणना करना सम्भव है। कुछ टर्बार्ड 5 से पढ़ चुके हैं कि दाब के नियम के अनुसार द्रितीय गैस की विसरण द्रष्टि  $r$  व वाष्प घनत्व  $d$  के निम्न :

$$r \propto \frac{1}{\sqrt{d}}$$



अणुएव,

निली ज्ञान वाष्प घनत्व वाली गैस की विमर्ण गति ज्ञान करने उपरोक्त नियम की सहायता से उन्हीं परिस्थितियों में ही दृढ़ गैस की विमर्ण गति निर्णय कर उनके अणु भार की गणना कर सकते हैं।

उदाहरण के लिए—

एक विमर्ण उपकरण द्वारा हाइड्रोजन के किसी आयतन को विमर्ण होने में 13 सेकण्ड लगते हैं। उन्हीं परिस्थितियों में एक अज्ञात गैस के उतने ही आयतन के विमर्ण में 48 सेकण्ड लगे। इस गैस के अणुभार की गणना करो।

सह्य,

मान लो विमर्ण होने वाली हाइड्रोजन गैस का आयतन =  $v$  मिली.

∴ हाइड्रोजन की विमर्ण गति  $r_1 = \frac{v}{13}$  मिली. प्रति सेकण्ड

∴ अज्ञात गैस के विमर्ण की गति  $r_2 = \frac{v}{48}$  मिली. प्रति सेकण्ड

ग्राहम के नियम के अनुसार

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

$$\text{या } \frac{v}{13} \times \frac{48}{v} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \quad (\text{क्योंकि हाइड्रोजन का वाष्प घनत्व} = 1)$$

$$\text{या } \sqrt{d_2} = 3.7 \text{ लगभग}$$

$$\text{या } d_2 = 13.7 \text{ लगभग}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{अणुभार} &= 2 \times \text{वाष्प घनत्व} \\ &= 2 \times 13.7 \\ &= 27.4 \end{aligned}$$

### पुनरावलोकन

व्यवहारिक रूप में किसी पदार्थ के अणुभार से तात्पर्य होता है कि उस पदार्थ का एक अणु हाइड्रोजन के एक परमाणु के भार, ऑक्सीजन के एक परमाणु के भार के  $1/16$  या कार्बन के एक परमाणु के भार के  $1/12$  भार में कितने गुना भारी है।

अणु की रचना ज्ञात होने पर उसके अवयवी परमाणुओं का परमाणु भार इकाइयों में दिया गया भार जोड़ने पर अणुभार ज्ञात किया जाता है।

प्रयोगशाला में वाष्पशील द्रवों का अणुभार ज्ञात करने के लिए विकटर मेयर विधि का उपयोग किया जाता है। वाष्पशील द्रव की ज्ञात मात्रा द्वारा बनने वाली वाष्प विकटर मेयर नली

में अपने आयतन के बराबर वायु प्रस्थापित कर देनी है जिसे मानक दाब व ताप पर परिवर्तित करने 22.4 लीटर के भाग की गणना कर लेते हैं। विमर्श या निमर्श की गति ज्ञात होने पर ग्राहम के नियम की सहायता से अणुभार की गणना की जा सकती है।

गैस प्रयोग, परियोजना व उपकरण बनाने के लिए विचार

उदाहरण

विक्टर मेयर विधि के स्थान पर तुम दो गिरिजों को चित्र 5.7 के अनुसार एक गले या लम्बी के ट्यूब में गथाओ। छोटी गिरिज में वाष्पशील द्रव की एक बूंद सावधानी पूर्वक बड़ी गिरिज के स्तर की गली में बन्द मूँह में ट्यूबकट कर दो। बिजली का बल्ब जलाने पर उसके ताप में बड़ी गिरिज में वाष्प बन जाती है तथा लिट्मस काग़ की ओर चलता है। बन्द ट्यूब के भीतर बनने वाली वाष्प का आयतन बाहर में बँसे ज्ञान करोगे ? एक बूंद द्रव का भार कैसा ज्ञान करोगे ? गिरिजों के शून्य में प्राप्त ड्रामा के कारण ट्यूब में ताप एक स्थान पर अधिक व दूसरे स्थानों पर कम रहेगा। किस प्रकार इसे अधिक में जलित गमान बनाया जा सकता है ? थर्मामीटर किस स्थान पर लगाना उचित होगा ?

अभ्यसन प्रश्न

1. किसी वाष्पशील पदार्थ के अणुभार व वाष्प घनत्व में क्या सम्बन्ध है ? ऐसे ही एक पदार्थ का अणुभार विक्टर मेयर विधि में किस प्रकार निकालेंगे ? उपकरण का चित्र बना कर समझाओ।
2. यदि आयतनों का मानक ताप व दाब पर मापा गया है तो किसी आयतन में कार्बन डाइऑक्साइड का कितना भाग होगा जब कि उसी आयतन में ऑक्सीजन की मात्रा 40 ग्राम है ?
3. 0.15 ग्राम वाष्पशील पदार्थ में जिसका अणुभार 119.5 है  $15^{\circ}$  से. व 79 सेमी दाब पर विक्टर मेयर उपकरण में कितनी वायु विस्थापित होगी ?
4. ग्राहम के विमर्श नियम से किसी गैस का अणुभार किस प्रकार निकाला जा सकता है ?

अभ्यास प्रश्न

1. मानक दाब व ताप पर किसी गैस के 0.1 ग्राम अणुभार का आयतन होवा  
(अ) 22.4 लीटर।  
(ब) 11.2 लीटर।  
(ग) 2.24 लीटर।  
(द) 1.12 लीटर।  
(इ) इनमें से कोई भी नहीं। ( )
2. विक्टर मेयर उपकरण में किसी वाष्पशील पदार्थ का अणुभार ज्ञात करने के लिए आवश्यक नहीं है कि—  
(अ) पदार्थ का भार ज्ञान करे।  
(ब) विस्थापित वायु का मानक ताप व दाब पर आयतन निकालें।  
(ग) पाश्च्यंतली को पानी में भरी द्रोणिका में डुबाने के पश्चात् बाहर का पात्र गर्म करे।  
(द) बल्ब के पात्र में भरे द्रव का वजनार्थक पदार्थ के वजनार्थक में 25 से. अधिक न हो।  
(इ) हार्मैन बॉलन का प्रयोग करे। ( )

3. 180 मिली. हाइड्रोजन 15 मिनट में विसरित होती है। उन्हीं परिस्थितियों में 120 मिली. ग्लाइड ऑक्साइड (अणुभार 64) 20 मिनट में विसरित होती है। हाइड्रोजन का अनुभार होगा.
- (अ) 16.  
 (ब) 32.  
 (ग)  $\sqrt{32}$ .  
 (द) 8.  
 (इ)  $\sqrt{8}$ . ( )
4. निम्न कथनों में से कौनसा कथन असत्य है.
- (क) मानक ताप व दाब पर 0.1 ग्राम हाइड्रोजन, 1.6 ग्राम ऑक्सीजन व 3.55 ग्राम क्लोरीन का आयतन समान होगा।  
 (ख) मानक दाब व ताप पर 100 मिली हाइड्रोजन 100 मिली. ऑक्सीजन व 100 मिली. क्लोरीन का भार समान होगा।  
 (ग) मानक ताप व दाब पर 32 ग्राम  $\text{SO}_2$  का आयतन 18 ग्राम  $\text{O}_2$  के आयतन से कम होगा।  
 (घ) मानक ताप व दाब पर 11200 मिली. नाइट्रोजन का भार 7 ग्राम होगा।  
 (ङ) विक्टर मेयर विधि से क्लोरोफॉर्म व कार्बन टेट्राक्लोराइड का अनुभार ज्ञात कर सकते हैं। ( )
5. एक ठोस पदार्थ के 4.73 ग्राम को गर्म करने में गैस निकली जिसका मानक ताप व दाब पर 320 मिली. आयतन था और ठोस के भार में 0.63 ग्राम की कमी हो गई। गैस का अनुभार होगा लगभग.
- (अ) 22  
 (ब) 33.  
 (ग) 44.  
 (द) 11.  
 (इ) इन चारों में से कोई भी नहीं। ( )

[उत्तर : 1. (ग) 2. (द) 3. (अ) 4. (ब) 5 (ग)]



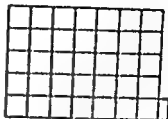
(i) एक ठोड़ी मात्रा हाइड्रोजन में उपयोग करने वाली



(1) में हीलियम की मात्रा 8 (नमूना)



(2) में बराबर की मात्रा 15.5 (नमूना)



(5) में मैग्नीशियम की मात्रा 12 (नमूना)



(ii) 8 मात्रा हाइड्रोजन में उपयोग करने वाली



(1) में हाइड्रोजन की मात्रा 12 (नमूना)



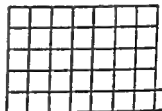
(3) में मैग्नीशियम की मात्रा 12 (नमूना)



(6) में मिश्र की मात्रा 108 (नमूना)



(iii) 35.5 मात्रा बराबर में उपयोग करने वाली



(2) में हाइड्रोजन की मात्रा 1 (नमूना)



(4) में मैग्नीशियम की मात्रा 12 (नमूना)



(7) में मिश्र की मात्रा 108 (नमूना)





तुम जानते हो कि कार्बन का परमाणु भार 12 है। इसके तुल्यांकी भार व संयोजकताओं की गणना हम अभी कर चुके हैं। अब वही तुम तुल्यांकी भार व परमाणु भार में सम्बन्ध देखते हो? इसके लिए गारपी 8.2 की सहायता लो।

सारणी 8.2

तत्व	परमाणु भार	यौगिक	संयोजकता	तुल्यांकी भार
हाइड्रोजन	1	HCl	1	$1/1=1$
कार्बन	12	CO	2	$12/2=6$
		CO <sub>2</sub>	4	$12/4=3$
नाइट्रोजन	14	NH <sub>3</sub>	3	$14/3=4.6$
		N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	5	$14/5=2.8$
ऑक्सीजन	16	H <sub>2</sub> O	2	$16/2=8$
मैगनीशियम	24	MgO	2	$24/2=12$
सिल्वर	108	AgCl	1	$108/1=108$

तुम देखोगे कि—

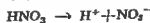
$$\text{तुल्यांकी भार} = \frac{\text{परमाणु भार}}{\text{संयोजकता}}$$

अर्थात्

$$\text{तुल्यांकी भार} \times \text{संयोजकता} = \text{परमाणु भार}$$

8.3 न केवल तत्त्वों के अपितु अम्लों, क्षारों, यौगिकों व मूलकों के भी तुल्यांकी भार होते हैं। जिनकी गणना उनकी संरचना के आधार पर कर सकते हैं।

(i) नाइट्रिक एसिड में हाइड्रोजन व नाइट्रेट आयन संयुक्त रहते हैं—



एक मोलेट सूत्र का 62 भाग भार  $(14 + 3 \times 16 = 62)$  एक भाग हाइड्रोजन के भार से समुक्त होता है।

अतएव, सूत्र का तुल्यांकी भार = 62

नाइट्रिक एसिड के 63 भाग भार  $(1 + 14 + 48 = 63)$  से एक भाग भार हाइड्रोजन प्राप्त होती है।

अतएव, नाइट्रिक एसिड का तुल्यांकी भार = 63

(ii) मल्लयूरिक अम्ल से हाइड्रोजन व सल्फेट

अम्ल समुक्त होते हैं— $H_2SO_4 \rightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

यह सल्फेट सूत्र के 96 भाग पर  $(32 + 4 \times 16 = 96)$

हाइड्रोजन के दो भाग भारों से समुक्त होता है।

अतएव, सल्फेट सूत्र का तुल्यांकी भार

अर्थात्, एक इकाई हाइड्रोजन से समुक्त होने वाला भार =  $96/2 = 48$  तथा मल्लयूरिक एसिड के 98 भाग पर  $2 + 32 + 4 \times 16 = 98$  से दो भाग भार हाइड्रोजन प्राप्त होती है। अतएव, मल्लयूरिक अम्ल का तुल्यांकी भार =  $98/2 = 49$

अम्लों से विद्यमान्य हाइड्रोजन के परमाणुओं की संख्या को अम्ल की क्षारकता (Basicity) कहते हैं। यह नाइट्रिक एसिड की क्षारकता 1 व मल्लयूरिक एसिड की 2 हुई। इन दोनों अम्लों के लिए हम देखते हैं कि

$$\frac{\text{अणुभार}}{\text{क्षारकता}} = \text{अम्ल का तुल्यांकी भार}$$

सारणी 1.3 में कुछ अम्लों की क्षारकता व तुल्यांकी भार सफाई त्रिये गये हैं।

सारणी 8.3

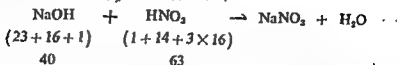
अम्ल का नाम व अणुसूत्र	अणुभार	क्षारकता	तुल्यांकी भार
हाइड्रोक्लोरिक अम्ल HCl	36.5	1	36.5
नाइट्रिक अम्ल HNO <sub>3</sub>	63	1	63
एसिटिक अम्ल CH <sub>3</sub> COOH	60	1	60
मल्लयूरिक अम्ल H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98	2	49
ऑक्सलिक अम्ल (COOH) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	126	2	63

सारणी के तुल्यांकी भार उनके भार भागों की बड़ मर्यादा है जो किसी अम्ल के तुल्यांकी भार का पूर्णतः उदासीन कर गये।



उदाहरणार्थ—

कॉस्टिक सोडा व नाइट्रिक अम्ल की क्रिया में :



83 भाग नाइट्रिक अम्ल को उदासीन करने के लिए 40 भाग कॉस्टिक सोडा लगता है। अतएव, कॉस्टिक सोडा का तुल्याकी भार=40। जिस प्रकार अम्लों में विस्थापनीय हाइड्रोजन परमाणुओं की संख्या धारकता कहलाती है उसी प्रकार धारो में उपस्थित हाइड्रॉक्सिल मूलकों ( $\text{OH}^-$ ) की संख्या को धार की अम्लता (Acidity) कहते हैं।

### 8.4 यौगिकों के तुल्याकी भार

यौगिकों के अवयवी तुल्याकी भार मूलकों के तुल्याकी भारों के बराबर होते हैं। जैसे—

$\text{CaCO}_3$  का तु. भा. =  $\text{Ca}^{++}$  का तु. भा. +  $\text{CO}_3^{--}$  का तु. भा.

$$= \frac{\text{Ca}^{++} \text{ का परमाणुभार}}{\text{संयोजकता}} + \frac{\text{CO}_3^{--} \text{ का अणुभार}}{\text{संयोजकता}}$$

$$= \frac{40}{2} + \frac{40 + 3 \times 16}{2}$$

$$= 50$$

8.5 तुल्याकी भार ग्रामों में प्रदर्शित किया जाने पर ग्राम-तुल्याकी भार (gram equivalent weight) कहलाता है। उदाहरणार्थ,  $\text{CaCO}_3$  का ग्राम-तुल्याकी भार 50 ग्राम है। तुल्याकी भारों की गणना करते समय सम्भव है तुमने यह विचार किया हो कि तुल्याकी भार व मोल संख्या में भी सम्बन्ध होता चाहिए।

तुम्हें ज्ञात है कि—

एक मोल में परमाणुओं की संख्या इस प्रकार निश्चित की गई है कि ऑक्सीजन के एक मोल परमाणुओं का भार 16 ग्राम हो।

यह संख्या वैज्ञानिकों द्वारा अनेकों प्रयोगों से  $6.02 \times 10^{23}$  निश्चित की गई है। इसे एवोगैड्रो संख्या भी कहते हैं। अतएव, ऑक्सीजन के ग्राम-तुल्याकी भार में (8 ग्राम) ऑक्सीजन के मोलों की संख्या।

16 ग्राम ऑक्सीजन में होने हैं 1 मोल परमाणु (अर्थात्  $6.02 \times 10^{23}$ )

∴ 8 ग्राम ऑक्सीजन में होने  $1/16 \times 8 = 1/2$  मोल (अर्थात्  $3.01 \times 10^{23}$  परमाणु)

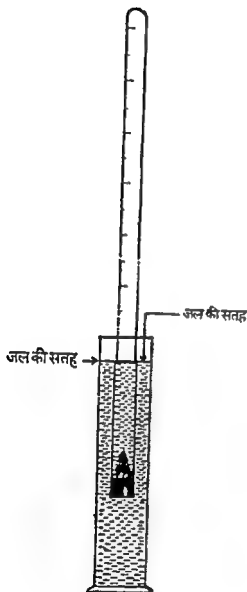
इसी प्रकार हाइड्रोजन के ग्राम-तुल्याकी भार (1 ग्राम) में होने

1 मोल ( $6.02 \times 10^{23}$  परमाणु)।

### — 8.6 तुल्याकी भार ज्ञात करने की प्रयोगात्मक विधियाँ —

तुल्याकी भार ज्ञात करने के लिए रासायनिक परिवर्तनों का मात्रात्मक अध्ययन करते हैं हमें तत्वों की यह मात्रा ग्रामों में ज्ञात करनी होती है जो किसी रासायनिक क्रिया में एक ग्राम हाइड्रोजन





चित्र 8.2—वायुदाब पर गैस का आयतन निकालना

(5 मिमी) अम्ल तथा जेपजन में भर कर एक घाट में ताँबे के तार द्वारा मैंगनीजियम के पीने को बाँध कर नली में लगाने हैं। जल में भरे बीकर में उलटकर त्रिया होने देते हैं। ताँबे का तार अम्ल से त्रिया नहीं करता तथा मैंगनीजियम को बाँधे रहता है अन्यथा यह हल्का होने के कारण ऊपर चला जायगा। त्रिया समाप्त होने पर मग्नहिन हाइड्रोजन का आयतन भीतर व बाहर जल के स्तर को समान करके (चित्र 8.2) ज्ञात कर लेते हैं।

अवलोकन तात्त्विक।

- (1) प्रयोग किये गये मैंगनीजियम के पीने की मात्रा = 0.15 ग्राम
- (2) हाइड्रोजन गैस का कमरे के तापक्रम एवं वायुमण्डलीय दाब पर एकत्रित

आयतन =  $Vt$  मिली.  
 वायुमण्डलीय दाब =  $P$  मिमी.  
 ताप =  $27^\circ$  से.

इस ताप पर जलवाष्प दाब =  $p$  मिमी.

गणना : गैस समीकरण की सहायता से शुष्क विस्थापित हाइड्रोजन गैस के आयतन की मानक दाब व ताप पर गणना कर लेते हैं। मान लो यह  $V$  मिली. है। अब हाइड्रोजन के ग्राम-अणुभार (2 ग्राम) का मानक दाब व ताप पर आयतन = 22.4 लीटर। अतएव, 1 ग्राम हाइड्रोजन का

मानक दाब व ताप पर आयतन 11.2 लीटर, 1 मानक दाब व ताप पर  $V$  मिली हाइड्रोजन को विस्थापित करने वाले मैंगनीजियम का भार = 0.15 ग्राम अतएव, 11.2 लीटर हाइड्रोजन को विस्था-

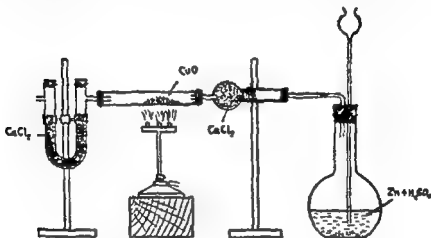
पित करने वाले मैंगनीजियम का भार =  $\frac{0.15 \times 11200}{V}$  = मैंगनीजियम का ग्राम-मुल्याकी भार

## 2 ऑक्सीजन विस्थापन विधि

इस विधि में बौथिक में तरल में मयुक्त ऑक्सीजन में हाइड्रोजन गैस को प्रिया कराने के रूप में विस्थापित किया जाता है। यह विधि हाइड्रोजन में मरलनापूर्वक प्रिया करने वाले ऑक्साइडों के लिए उपयुक्त है। इसे "ऑक्साइड अपचयन विधि" भी कहते हैं। उदाहरण के लिए बॉपर ऑक्साइड की प्रिया लेने हैं।



धातु की शुद्ध ऑक्साइड की ज्ञात मात्रा लेकर गर्म किया जाता है और इस पर शुद्ध हाइड्रोजन गैस प्रवाहित की जाती है (चित्र 8.3)। रासायनिक प्रिया सम्पूर्ण होने पर प्राप्त धातु की मात्रा



चित्र 8.3—ऑक्सीजन विस्थापन विधि से तुल्यांक भार ज्ञात करना

ज्ञात करके गणना द्वारा धातु की वह मात्रा ली जाती है जो ग्राम ऑक्सीजन में मयुक्त रहती है।

## 3 बौथिक के जलीय विलयन से धातु विस्थापन विधि

बौथिकों के जलीय विलयन में धातु का विस्थापन दो प्रकार में किया जाता है।

(i) बौथिकों के जलीय विलयन में विद्युत धारा प्रवाहित करने में धातु के घनायन कैथोड पर एकत्रित हो जाते हैं। एक फेराडे (96500 कूलम्ब) विद्युत आवेश प्रवाहित करने में धातु का ग्राम-तुल्यांक भार की मात्रा ऋणाद्य पर जमा हो जाती है। (एक एम्पीयर विद्युत धारा एक मिनट प्रवाहित होने पर एक कूलम्ब आवेश प्रवाहित होता है।)

तुल्यांक भार निकालने के लिए यह आवश्यक नहीं है कि विलयन में एक फेराडे विद्युत ही प्रवाहित की जाय। ज्ञात समय तक नियत विद्युत धारा प्रवाहित करने कैथोड पर एकत्रित धातु की मात्रा से फेराडे विद्युत प्रवाहित होने पर एकत्रित होने वाले धातु के भार की गणना कर ली जाती है। यही उसका तुल्यांक भार होता है। इस प्रकार के जलीय विलयन मिन्कन नाइट्रेट बॉपर मरल्लेट मोटियम क्लोराइड, आदि हैं। इस विधि का विस्तृत वर्णन अन्य इकाइयों में दिया गया है।

(ii) कुछ बौथिकों के जलीय विलयन में दूसरी धातु की छड़ी डालने पर विलयन के घनायन धातु के रूप में छड़ी पर एकत्रित हो जाते हैं तथा छड़ के परमाणु घनायन के रूप में विलयन में आ जाते हैं। यह आदान-प्रदान तुल्यांक भारों के अनुपात में होता है। एक मूल्य का तुल्यांक भार तथा इस

आमोन-प्रमाण की मापनाई प्राप्त होने पर दूसरी धातु के तुल्यारी भार की गणना की जा सकती है। प्रत्यक्ष के लिए मिल्बर नाइट्रेट के विलयन में तांबे का छार सामान्य स्थिति पर विलयन का एक मात्रक के आधे के बराबर में धीरे-धीरे नीचा छोड़ा जाता है तथा तांबे के बल बंधे हुए छार के गहारे निर्धारित होते जाते हैं।

(ब) तुल्यारी भार प्राप्त करने की संयोगिक विधि

1. ऑक्साइड विधि

इस विधि में धातु की निश्चित मात्रा का वायुमंडलीय ऑक्सीजन के साथ गर्म करने करने वाले धातु के ऑक्साइड का भार ज्ञात कर लेते हैं। फिर 8 ग्राम ऑक्सीजन में संयोग करने वाली धातु की मात्रा गणना द्वारा ज्ञात कर लेते हैं। इसी की पर मर्यादा धातु का तुल्यारी भार होता है।

उदाहरण—5 ग्राम मैंगनीजिनम की वायु में गर्म करने पर 8.35 ग्राम मैंगनीजिनम ऑक्साइड प्राप्त हुआ। अतः 5 ग्राम मैंगनीजिनम में संयोग करने वाली ऑक्सीजन का भार  $8.35 - 5 = 3.35$  ग्राम

∴ 8 ग्राम ऑक्सीजन में संयोग करने वाली मैंगनीजिनम का भार

$$= \frac{8 \times 5}{3.35}$$

$$= 11.95 \text{ ग्राम}$$

अधातुओं के ऑक्साइड द्वारा (कॉन्वर्शन की छोड़कर) रीति होती है। अतः, अधातु का तुल्यारी भार इस विधि में ज्ञात करना सुविधाजनक नहीं होता।

उदाहरण—मान लें 2.55 ग्राम लवण कोर ऑक्साइड पर हाइड्रोजन प्रवाहित करने पर 2.05 ग्राम तांबा प्राप्त हुआ।

दरम्यान—विस्थापित ऑक्सीजन की मात्रा  $= 2.55 - 2.05$  ग्राम  
 $= 0.50$  ग्राम

अर्थात् 2.55 ग्राम कोर ऑक्साइड में

2.05 ग्राम तांबे से 0.5 ग्राम ऑक्सीजन मुक्त थी

0.5 ग्राम ऑक्सीजन में संयोग करता है 2.05 ग्राम तांबा

∴ 8 ग्राम ऑक्सीजन में संयोग करेगा  $\frac{2.05 \times 8}{0.5}$  ग्राम तांबा

$$= 32.8 \text{ ग्राम}$$

तांबे का तुल्यारी भार  $= 32.8$

2. क्लोराइड विधि

इस विधि का प्रयोग शुद्ध गणनाएँ करने के लिए किया जाता है क्योंकि क्लोराइड योगिकों के विलयन की मिल्बर नाइट्रेट से श्रिया कराने पर अत्यधिक अविलेय सिल्वर क्लोराइड प्राप्त होता है। इसकी सूक्ष्म विलेयता भी ज्ञात होने के कारण प्राप्त मिल्बर क्लोराइड के प्राप्त भार में संशोधन करने अत्यन्त शुद्ध गणनाएँ करना सम्भव हो जाता है।

क्लोराइड योगिक के ज्ञात भार का खनिज जल में विलयन बना कर उसमें सिल्वर नाइट्रेट

का विन्दन इन्होंने है। मिन्वर बनोराइट के ज्वेन अवशेष को भावधानी से विशेष त्रुसिबिलों से फिल्टर करने से बिल जल द्वारा छोकर शुद्धा लेते हैं। मिन्वर बनोराइट के ज्ञात तुल्यांकी भार की सहायता से बनोराइट यौगिक के तुल्यांकी भार की गणना के लिए प्रयोग में प्राप्त परिणामों का उदाहरण देने हैं जिसमें 0.6215 ग्राम बनोराइट यौगिक से 1.5210 ग्राम मिन्वर बनोराइट प्राप्त हुआ।

मान लो मरव का तुल्यांकी भार  $\approx$  क ग्राम

बनोराइट यौगिक का तुल्यांकी भार  $\approx$  क + मिन्वर का तु. भा.

$$\approx \text{क} + 107.88$$

मिन्वर बनोराइट का तुल्यांकी भार  $= 107.88 + 35.46 = 143.34$

अब प्रयोग से दोनों यौगिकों के भारों में भी उनके तुल्यांकी भारों में समान अनुपात होना चाहिए।

$$\text{अतएव, } \frac{\text{क} + 107.88}{143} = \frac{0.6215}{1.5210}$$

$$\therefore \quad \text{क} \quad \quad \quad \text{क} = 23.01$$

## 8.7 तुल्यांकी भारों का महत्व

तुम पिछली इकाइयों में देख चुके हो कि बिना प्रकार रासायनिक अभिक्रियाओं के मात्रात्मक अध्ययन से रासायनिक समीकरण के नियम ज्ञात हुए तथा द्रव्य की परमाणुओं द्वारा रचना, उनके स्वभाव व उनकी अणु रूप में स्वतन्त्र अवस्था में रहने की प्रकृति का अनुमान लगाना सम्भव हुआ।

तुल्यांकी भारों का विचार भी रासायनिक क्रियाओं के मात्रात्मक अध्ययन में ही विकसित हुआ। इससे रासायनिक गणनाओं में सहायता तो मिली ही किन्तु जो सबसे महत्वपूर्ण लाभ हुआ वह था परमाणु भार, संयोजकता व तुल्यांकी भार में सम्बन्ध का स्पष्ट होना। प्रयोगों से प्राप्त हो सकने वाली राशियाँ अर्थात् संयोजकता व तुल्यांकी भारों के ज्ञात होने पर एक अप्रत्यक्ष राशि परमाणु भारों की गणना करना सम्भव हो गया। इसका वर्णन तुम अगली इकाई में पढ़ोगे।

तुल्यांकी भारों की अपेक्षा मोल इकाई के व्यवहार से लाभ हम तुम्हें पहले बता चुके हैं कि आधुनिक रासायनिक गणनाओं में वैज्ञानिक मोल इकाइयों का उपयोग करने लगे हैं तथा यद्यपि तुल्यांकी भारों का रासायन के विज्ञान में विशिष्ट महत्व रहा है, इनका प्रचलन अब घटता जा रहा है।

मोल इकाइयों के प्रयोग में रासायनिक अभिक्रियाओं में भाग लेने वाले पदार्थों की संरचना का अधिक स्पष्ट अनुमान लगा सकते हैं, यह तो तुम इस इकाई में दिये गये उदाहरणों से स्वयं देख सकते हो।

कोपर ऑक्साइड पर हाइड्रोजन अभिक्रिया से यदि वे तुल्यांकी भार की गणना करने पर हमने पाया कि ताबे का तुल्यांकी भार 32  $\equiv$  है। इस परिणाम में हमें संशय इसकी गणना प्रमाण होनी

है कि 8 ग्राम ऑक्सीजन के भार से 32.8 ग्राम तांबे की अभिक्रिया होगी। इसके स्थान पर यदि हम मोल इकाइयों का प्रयोग करें तो उपरोक्त तथ्य इस प्रकार रखा जायगा—

$\frac{1}{8}$  मोल ऑक्सीजन तांबे के  $\frac{1}{8}$  मोल से अभिक्रिया करती है, क्योंकि 8 ग्राम ऑक्सीजन =  $\frac{1}{8}$  मोल ऑक्सीजन के परमाणु =  $\frac{1}{8}$  मोल ऑक्सीजन तथा 32.8 ग्राम\* तांबा =  $\frac{1}{8}$  मोल तांबे के परमाणु (लगभग) =  $\frac{1}{8}$  मोल तांबा।

इस प्रकार की मोल सूचना से तुरंत आभास हो जाता है कि ऑक्सीजन तथा तांबे के परमाणु बराबर सख्या में संयोग करते रहे हैं क्योंकि दोनों तत्वों के आधा आधा मोल परमाणु ( $3.01 \times 10^{23}$ ) अभिक्रिया में भाग लेते हैं। स्पष्ट है कि बने वाले यौगिक तांबे के ऑक्साइड की रचना  $\text{CuO}$  होनी चाहिए।

इसके अतिरिक्त आधुनिक रसायन में सभी रासायनिक क्रियाओं को इलेक्ट्रॉनों के आदान-प्रदान अथवा साझे के आधार पर समझने का प्रयत्न किया जाता है। तुम अगली इकाइयों में पढ़ोगे कि मोल इकाइयों के प्रयोग से रासायनिक अभिक्रियाओं में इलेक्ट्रॉन वितरण का अनुमान लगाने में किस प्रकार सुविधा रहती है तथा जब तक वैज्ञानिक केवल पदार्थों की रासायनिक क्रियाओं का माव्यात्मक अध्ययन करते रहे, तब तक तुल्यांकी भार (रासायनिक दृष्टि से जो सयोगी भारों की तुलना दर्शाता है) एक उपयुक्त माप था। किन्तु अब, जब कि रासायनिक क्रियाओं का अणु व परमाणुओं की सख्या के स्तर पर अध्ययन किया जाने लगा है, तुल्यांकी भार के स्थान पर मोल इकाइयों का उपयोग न केवल सुविधाजनक ही है अपितु एक अनिवार्य आवश्यकता बन गया है।

### पुनरावलोकन

एक इकाई भार हाइड्रोजन, 8 इकाई भार ऑक्सीजन व 35.5 इकाई भार-क्लोरीन को विस्थापित करने अथवा संयोग करने वाले भारों को तुल्यांकी भार कहते हैं।

ऑक्सीजन के 8 इकाई भारों का मानक मान कर तुल्यांकी भारों की गणना करना सुविधाजनक है।

अम्लों, क्षारों व यौगिकों के तुल्यांकी भार उनके अवयवी मूलकों व तरलों के तुल्यांकी भारों के योग व रासायनिक क्रिया पर निर्भर करते हैं।

विभिन्न यौगिकों से किसी तत्व की मयोजनताएँ विभिन्न होने के कारणस्वरूप तरलों व यौगिकों के तुल्यांकी भार एक से अधिक भी सम्भव हैं।

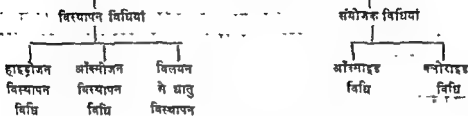
---

\* तांबे का ग्राम परमाणु भार = 63.5 अतएव, 32.8 ग्राम तांबे में लगभग  $\frac{1}{8}$  मोल तांबे के परमाणु होते हैं।

तुल्याकी भार =  $\frac{\text{परमाणु भार}}{\text{संयोजकता}}$

तुल्याकी भार मुख्य रूप से निम्न विधियों द्वारा ज्ञात किया जाता है—

### तुल्याकी भार ज्ञात करने की विधियाँ



यद्यपि तुल्याकी भारों का परमाणु भारों की गणनाओं से विकास में बहुत पूर्ण योग रहा तथा इनसे परमाणु भार की गणनाएं सम्भव हुईं किन्तु मोन इकाई का प्रयोग अब तुल्याकी भारों का स्थान लेता जा रहा है क्योंकि इसमें हमें अभिकारकों, रासायनिक क्रियाओं व उत्पादों की संरचनाओं का अधिक व स्पष्ट अनुमान लग सकता है।

#### अध्ययन प्रश्न

1. एक धातु के क्लोराइड में 47.22% धातु पाई गई। इस धातु का तुल्याकी भार क्या होगा?
2. 1.0 ग्राम चांदी को  $\text{HNO}_3$  में घोला गया। विलयन में  $\text{HCl}$  मिलाने से प्राण मिलकर क्लोराइड को मुक्त कर लिया गया। इसका भार 1.328 ग्राम था। चांदी का तुल्याकी भार ज्ञात करो।
3. 0.24 ग्राम धातु को जल में रखा गया। इस प्रकार बनी इसकी ऑक्साइड का भार 0.40 ग्राम पाया गया। धातु का तुल्याकी भार क्या होगा?
4. किसी तत्व के 1.15 ग्राम की हाइड्रोजेनोक्साइड जल में अघटित होने पर 22.4 घन सेमी. हाइड्रोजन गैस का ता. दा. पर प्राण हुई। तत्व का तुल्याकी भार ज्ञात करो।
5. एक क्षतिग्रस्त का भार 17.48 ग्राम है। इसमें लोह की कुछ क्षीरन रखने पर इसका भार 18.53 ग्राम हो गया। इस क्षतिग्रस्त में नाइट्रिक अम्ल की इतनी कड़े छानने कि तादा पूरी तरह घुल गया। अब क्षतिग्रस्त को क्षीरे-क्षीरे करने मिश्रण का घनत्व ज्ञात किया गया। इसके बाद क्षतिग्रस्त को तैल में रखा गया, इसके बाद इसे छानने के लिये छाना। क्षतिग्रस्त का भार 18.79 ग्राम पाया गया। इसका लोह का तुल्याकी भार क्या होगा?
6. तुल्याकी भार निकालने की विस्थापन एवं संयोजक विधियों का दो-दो उदाहरण देकर ज्ञात करो।
7. क्या अम्ल, लवण एवं लार का की तुल्याकी भार इन्हीं विधियों द्वारा ज्ञात होगा? अपने में वर्णन करो।



**विषय सूची**

1. (a) 10, (b) 20, (c) 30, (d) 40, (e) 50, (f) 60, (g) 70, (h) 80, (i) 90, (j) 100, (k) 110, (l) 120, (m) 130, (n) 140, (o) 150, (p) 160, (q) 170, (r) 180, (s) 190, (t) 200, (u) 210, (v) 220, (w) 230, (x) 240, (y) 250, (z) 260, (aa) 270, (ab) 280, (ac) 290, (ad) 300, (ae) 310, (af) 320, (ag) 330, (ah) 340, (ai) 350, (aj) 360, (ak) 370, (al) 380, (am) 390, (an) 400, (ao) 410, (ap) 420, (aq) 430, (ar) 440, (as) 450, (at) 460, (au) 470, (av) 480, (aw) 490, (ax) 500, (ay) 510, (az) 520, (ba) 530, (bb) 540, (bc) 550, (bd) 560, (be) 570, (bf) 580, (bg) 590, (bh) 600, (bi) 610, (bj) 620, (bk) 630, (bl) 640, (bm) 650, (bn) 660, (bo) 670, (bp) 680, (bq) 690, (br) 700, (bs) 710, (bt) 720, (bu) 730, (bv) 740, (bw) 750, (bx) 760, (by) 770, (bz) 780, (ca) 790, (cb) 800, (cc) 810, (cd) 820, (ce) 830, (cf) 840, (cg) 850, (ch) 860, (ci) 870, (cj) 880, (ck) 890, (cl) 900, (cm) 910, (cn) 920, (co) 930, (cp) 940, (cq) 950, (cr) 960, (cs) 970, (ct) 980, (cu) 990, (cv) 1000, (cw) 1010, (cx) 1020, (cy) 1030, (cz) 1040, (da) 1050, (db) 1060, (dc) 1070, (dd) 1080, (de) 1090, (df) 1100, (dg) 1110, (dh) 1120, (di) 1130, (dj) 1140, (dk) 1150, (dl) 1160, (dm) 1170, (dn) 1180, (do) 1190, (dp) 1200, (dq) 1210, (dr) 1220, (ds) 1230, (dt) 1240, (du) 1250, (dv) 1260, (dw) 1270, (dx) 1280, (dy) 1290, (dz) 1300, (ea) 1310, (eb) 1320, (ec) 1330, (ed) 1340, (ee) 1350, (ef) 1360, (eg) 1370, (eh) 1380, (ei) 1390, (ej) 1400, (ek) 1410, (el) 1420, (em) 1430, (en) 1440, (eo) 1450, (ep) 1460, (eq) 1470, (er) 1480, (es) 1490, (et) 1500, (eu) 1510, (ev) 1520, (ew) 1530, (ex) 1540, (ey) 1550, (ez) 1560, (fa) 1570, (fb) 1580, (fc) 1590, (fd) 1600, (fe) 1610, (ff) 1620, (fg) 1630, (fh) 1640, (fi) 1650, (fj) 1660, (fk) 1670, (fl) 1680, (fm) 1690, (fn) 1700, (fo) 1710, (fp) 1720, (fq) 1730, (fr) 1740, (fs) 1750, (ft) 1760, (fu) 1770, (fv) 1780, (fw) 1790, (fx) 1800, (fy) 1810, (fz) 1820, (ga) 1830, (gb) 1840, (gc) 1850, (gd) 1860, (ge) 1870, (gf) 1880, (gg) 1890, (gh) 1900, (gi) 1910, (gj) 1920, (gk) 1930, (gl) 1940, (gm) 1950, (gn) 1960, (go) 1970, (gp) 1980, (gq) 1990, (gr) 2000, (gs) 2010, (gt) 2020, (gu) 2030, (gv) 2040, (gw) 2050, (gx) 2060, (gy) 2070, (gz) 2080, (ha) 2090, (hb) 2100, (hc) 2110, (hd) 2120, (he) 2130, (hf) 2140, (hg) 2150, (hh) 2160, (hi) 2170, (hj) 2180, (hk) 2190, (hl) 2200, (hm) 2210, (hn) 2220, (ho) 2230, (hp) 2240, (hq) 2250, (hr) 2260, (hs) 2270, (ht) 2280, (hu) 2290, (hv) 2300, (hw) 2310, (hx) 2320, (hy) 2330, (hz) 2340, (ia) 2350, (ib) 2360, (ic) 2370, (id) 2380, (ie) 2390, (if) 2400, (ig) 2410, (ih) 2420, (ii) 2430, (ij) 2440, (ik) 2450, (il) 2460, (im) 2470, (in) 2480, (io) 2490, (ip) 2500, (iq) 2510, (ir) 2520, (is) 2530, (it) 2540, (iu) 2550, (iv) 2560, (iw) 2570, (ix) 2580, (iy) 2590, (iz) 2600, (ja) 2610, (jb) 2620, (jc) 2630, (jd) 2640, (je) 2650, (jf) 2660, (jg) 2670, (jh) 2680, (ji) 2690, (jj) 2700, (jk) 2710, (jl) 2720, (jm) 2730, (jn) 2740, (jo) 2750, (jp) 2760, (jq) 2770, (jr) 2780, (js) 2790, (jt) 2800, (ju) 2810, (jv) 2820, (jw) 2830, (jx) 2840, (jy) 2850, (jz) 2860, (ka) 2870, (kb) 2880, (kc) 2890, (kd) 2900, (ke) 2910, (kf) 2920, (kg) 2930, (kh) 2940, (ki) 2950, (kj) 2960, (kk) 2970, (kl) 2980, (km) 2990, (kn) 3000, (ko) 3010, (kp) 3020, (kq) 3030, (kr) 3040, (ks) 3050, (kt) 3060, (ku) 3070, (kv) 3080, (kw) 3090, (kx) 3100, (ky) 3110, (kz) 3120, (la) 3130, (lb) 3140, (lc) 3150, (ld) 3160, (le) 3170, (lf) 3180, (lg) 3190, (lh) 3200, (li) 3210, (lj) 3220, (lk) 3230, (ll) 3240, (lm) 3250, (ln) 3260, (lo) 3270, (lp) 3280, (lq) 3290, (lr) 3300, (ls) 3310, (lt) 3320, (lu) 3330, (lv) 3340, (lw) 3350, (lx) 3360, (ly) 3370, (lz) 3380, (ma) 3390, (mb) 3400, (mc) 3410, (md) 3420, (me) 3430, (mf) 3440, (mg) 3450, (mh) 3460, (mi) 3470, (mj) 3480, (mk) 3490, (ml) 3500, (mn) 3510, (mo) 3520, (mp) 3530, (mq) 3540, (mr) 3550, (ms) 3560, (mt) 3570, (mu) 3580, (mv) 3590, (mw) 3600, (mx) 3610, (my) 3620, (mz) 3630, (na) 3640, (nb) 3650, (nc) 3660, (nd) 3670, (ne) 3680, (nf) 3690, (ng) 3700, (nh) 3710, (ni) 3720, (nj) 3730, (nk) 3740, (nl) 3750, (nm) 3760, (nn) 3770, (no) 3780, (np) 3790, (nq) 3800, (nr) 3810, (ns) 3820, (nt) 3830, (nu) 3840, (nv) 3850, (nw) 3860, (nx) 3870, (ny) 3880, (nz) 3890, (oa) 3900, (ob) 3910, (oc) 3920, (od) 3930, (oe) 3940, (of) 3950, (og) 3960, (oh) 3970, (oi) 3980, (oj) 3990, (ok) 4000, (ol) 4010, (om) 4020, (on) 4030, (oo) 4040, (op) 4050, (oq) 4060, (or) 4070, (os) 4080, (ot) 4090, (ou) 4100, (ov) 4110, (ow) 4120, (ox) 4130, (oy) 4140, (oz) 4150, (pa) 4160, (pb) 4170, (pc) 4180, (pd) 4190, (pe) 4200, (pf) 4210, (pg) 4220, (ph) 4230, (pi) 4240, (pj) 4250, (pk) 4260, (pl) 4270, (pm) 4280, (pn) 4290, (po) 4300, (pp) 4310, (pq) 4320, (pr) 4330, (ps) 4340, (pt) 4350, (pu) 4360, (pv) 4370, (pw) 4380, (px) 4390, (py) 4400, (pz) 4410, (qa) 4420, (qb) 4430, (qc) 4440, (qd) 4450, (qe) 4460, (qf) 4470, (qg) 4480, (qh) 4490, (qi) 4500, (qj) 4510, (qk) 4520, (ql) 4530, (qm) 4540, (qn) 4550, (qo) 4560, (qp) 4570, (qq) 4580, (qr) 4590, (qs) 4600, (qt) 4610, (qu) 4620, (qv) 4630, (qw) 4640, (qx) 4650, (qy) 4660, (qz) 4670, (ra) 4680, (rb) 4690, (rc) 4700, (rd) 4710, (re) 4720, (rf) 4730, (rg) 4740, (rh) 4750, (ri) 4760, (rj) 4770, (rk) 4780, (rl) 4790, (rm) 4800, (rn) 4810, (ro) 4820, (rp) 4830, (rq) 4840, (rr) 4850, (rs) 4860, (rt) 4870, (ru) 4880, (rv) 4890, (rw) 4900, (rx) 4910, (ry) 4920, (rz) 4930, (sa) 4940, (sb) 4950, (sc) 4960, (sd) 4970, (se) 4980, (sf) 4990, (sg) 5000, (sh) 5010, (si) 5020, (sj) 5030, (sk) 5040, (sl) 5050, (sm) 5060, (sn) 5070, (so) 5080, (sp) 5090, (sq) 5100, (sr) 5110, (ss) 5120, (st) 5130, (su) 5140, (sv) 5150, (sw) 5160, (sx) 5170, (sy) 5180, (sz) 5190, (ta) 5200, (tb) 5210, (tc) 5220, (td) 5230, (te) 5240, (tf) 5250, (tg) 5260, (th) 5270, (ti) 5280, (tj) 5290, (tk) 5300, (tl) 5310, (tm) 5320, (tn) 5330, (to) 5340, (tp) 5350, (tq) 5360, (tr) 5370, (ts) 5380, (tt) 5390, (tu) 5400, (tv) 5410, (tw) 5420, (tx) 5430, (ty) 5440, (tz) 5450, (ua) 5460, (ub) 5470, (uc) 5480, (ud) 5490, (ue) 5500, (uf) 5510, (ug) 5520, (uh) 5530, (ui) 5540, (uj) 5550, (uk) 5560, (ul) 5570, (um) 5580, (un) 5590, (uo) 5600, (up) 5610, (uq) 5620, (ur) 5630, (us) 5640, (ut) 5650, (uu) 5660, (uv) 5670, (uw) 5680, (ux) 5690, (uy) 5700, (uz) 5710, (va) 5720, (vb) 5730, (vc) 5740, (vd) 5750, (ve) 5760, (vf) 5770, (vg) 5780, (vh) 5790, (vi) 5800, (vj) 5810, (vk) 5820, (vl) 5830, (vm) 5840, (vn) 5850, (vo) 5860, (vp) 5870, (vq) 5880, (vr) 5890, (vs) 5900, (vt) 5910, (vu) 5920, (vv) 5930, (vw) 5940, (vx) 5950, (vy) 5960, (vz) 5970, (wa) 5980, (wb) 5990, (wc) 6000, (wd) 6010, (we) 6020, (wf) 6030, (wg) 6040, (wh) 6050, (wi) 6060, (wj) 6070, (wk) 6080, (wl) 6090, (wm) 6100, (wn) 6110, (wo) 6120, (wp) 6130, (wq) 6140, (wr) 6150, (ws) 6160, (wt) 6170, (wu) 6180, (wv) 6190, (ww) 6200, (wx) 6210, (wy) 6220, (wz) 6230, (xa) 6240, (xb) 6250, (xc) 6260, (xd) 6270, (xe) 6280, (xf) 6290, (xg) 6300, (xh) 6310, (xi) 6320, (xj) 6330, (xk) 6340, (xl) 6350, (xm) 6360, (xn) 6370, (xo) 6380, (xp) 6390, (xq) 6400, (xr) 6410, (xs) 6420, (xt) 6430, (xu) 6440, (xv) 6450, (xw) 6460, (xx) 6470, (xy) 6480, (xz) 6490, (ya) 6500, (yb) 6510, (yc) 6520, (yd) 6530, (ye) 6540, (yf) 6550, (yg) 6560, (yh) 6570, (yi) 6580, (yj) 6590, (yk) 6600, (yl) 6610, (ym) 6620, (yn) 6630, (yo) 6640, (yp) 6650, (yq) 6660, (yr) 6670, (ys) 6680, (yt) 6690, (yu) 6700, (yv) 6710, (yw) 6720, (yx) 6730, (yy) 6740, (yz) 6750, (za) 6760, (zb) 6770, (zc) 6780, (zd) 6790, (ze) 6800, (zf) 6810, (zg) 6820, (zh) 6830, (zi) 6840, (zj) 6850, (zk) 6860, (zl) 6870, (zm) 6880, (zn) 6890, (zo) 6900, (zp) 6910, (zq) 6920, (zr) 6930, (zs) 6940, (zt) 6950, (zu) 6960, (zv) 6970, (zw) 6980, (zx) 6990, (zy) 7000, (zz) 7010, (aa) 7020, (ab) 7030, (ac) 7040, (ad) 7050, (ae) 7060, (af) 7070, (ag) 7080, (ah) 7090, (ai) 7100, (aj) 7110, (ak) 7120, (al) 7130, (am) 7140, (an) 7150, (ao) 7160, (ap) 7170, (aq) 7180, (ar) 7190, (as) 7200, (at) 7210, (au) 7220, (av) 7230, (aw) 7240, (ax) 7250, (ay) 7260, (az) 7270, (ba) 7280, (bb) 7290, (bc) 7300, (bd) 7310, (be) 7320, (bf) 7330, (bg) 7340, (bh) 7350, (bi) 7360, (bj) 7370, (bk) 7380, (bl) 7390, (bm) 7400, (bn) 7410, (bo) 7420, (bp) 7430, (bq) 7440, (br) 7450, (bs) 7460, (bt) 7470, (bu) 7480, (bv) 7490, (bw) 7500, (bx) 7510, (by) 7520, (bz) 7530, (ca) 7540, (cb) 7550, (cc) 7560, (cd) 7570, (ce) 7580, (cf) 7590, (cg) 7600, (ch) 7610, (ci) 7620, (cj) 7630, (ck) 7640, (cl) 7650, (cm) 7660, (cn) 7670, (co) 7680, (cp) 7690, (cq) 7700, (cr) 7710, (cs) 7720, (ct) 7730, (cu) 7740, (cv) 7750, (cw) 7760, (cx) 7770, (cy) 7780, (cz) 7790, (da) 7800, (db) 7810, (dc) 7820, (dd) 7830, (de) 7840, (df) 7850, (dg) 7860, (dh) 7870, (di) 7880, (dj) 7890, (dk) 7900, (dl) 7910, (dm) 7920, (dn) 7930, (do) 7940, (dp) 7950, (dq) 7960, (dr) 7970, (ds) 7980, (dt) 7990, (du) 8000, (dv) 8010, (dw) 8020, (dx) 8030, (dy) 8040, (dz) 8050, (ea) 8060, (eb) 8070, (ec) 8080, (ed) 8090, (ee) 8100, (ef) 8110, (eg) 8120, (eh) 8130, (ei) 8140, (ej) 8150, (ek) 8160, (el) 8170, (em) 8180, (en) 8190, (eo) 8200, (ep) 8210, (eq) 8220, (er) 8230, (es) 8240, (et) 8250, (eu) 8260, (ev) 8270, (ew) 8280, (ex) 8290, (ey) 8300, (ez) 8310, (fa) 8320, (fb) 8330, (fc) 8340, (fd) 8350, (fe) 8360, (ff) 8370, (fg) 8380, (fh) 8390, (fi) 8400, (fj) 8410, (fk) 8420, (fl) 8430, (fm) 8440, (fn) 8450, (fo) 8460, (fp) 8470, (fq) 8480, (fr) 8490, (fs) 8500, (ft) 8510, (fu) 8520, (fv) 8530, (fw) 8540, (fx) 8550, (fy) 8560, (fz) 8570, (ga) 8580, (gb) 8590, (gc) 8600, (gd) 8610, (ge) 8620, (gf) 8630, (gg) 8640, (gh) 8650, (gi) 8660, (gj) 8670, (gk) 8680, (gl) 8690, (gm) 8700, (gn) 8710, (go) 8720, (gp) 8730, (gq) 8740, (gr) 8750, (gs) 8760, (gt) 8770, (gu) 8780, (gv) 8790, (gw) 8800, (gx) 8810, (gy) 8820, (gz) 8830, (ha) 8840, (hb) 8850, (hc) 8860, (hd) 8870, (he) 8880, (hf) 8890, (hg) 8900, (hh) 8910, (hi) 8920, (hj) 8930, (hk) 8940, (hl) 8950, (hm) 8960, (hn) 8970, (ho) 8980, (hp) 8990, (hq) 9000, (hr) 9010, (hs) 9020, (ht) 9030, (hu) 9040, (hv) 9050, (hw) 9060, (hx) 9070, (hy) 9080, (hz) 9090, (ia) 9100, (ib) 9110, (ic) 9120, (id) 9130, (ie) 9140, (if) 9150, (ig) 9160, (ih) 9170, (ii) 9180, (ij) 9190, (ik) 9200, (il) 9210, (im) 9220, (in) 9230, (io) 9240, (ip) 9250, (iq) 9260, (ir) 9270, (is) 9280, (it) 9290, (iu) 9300, (iv) 9310, (iw) 9320, (ix) 9330, (iy) 9340, (iz) 9350, (ja) 9360, (jb) 9370, (jc) 9380, (jd) 9390, (je) 9400, (jf) 9410, (jg) 9420, (jh) 9430, (ji) 9440, (jj) 9450, (jk) 9460, (jl) 9470, (jm) 9480, (jn) 9490, (jo) 9500, (jp) 9510, (jq) 9520, (jr) 9530, (js) 9540, (jt) 9550, (ju) 9560, (jv) 9570, (jw) 9580, (jx) 9590, (jy) 9600, (jz) 9610, (ka) 9620, (kb) 9630, (kc) 9640, (kd) 9650, (ke) 9660, (kf) 9670, (kg) 9680, (kh) 9690, (ki) 9700, (kj) 9710, (kk) 9720, (kl) 9730, (km) 9740, (kn) 9750, (ko) 9760, (kp) 9770, (kq) 9780, (kr) 9790, (ks) 9800, (kt) 9810, (ku) 9820, (kv) 9830, (kw) 9840, (kx) 9850, (ky) 9860, (kz) 9870, (la) 9880, (lb) 9890, (lc) 9900, (ld) 9910, (le) 9920, (lf) 9930, (lg) 9940, (lh) 9950, (li) 9960, (lj) 9970, (lk) 9980, (ll) 9990, (lm) 10000, (ln) 10010, (lo) 10020, (lp) 10030, (lq) 10040, (lr) 10050, (ls) 10060, (lt) 10070, (lu) 10080, (lv) 10090, (lw) 10100, (lx) 10110, (ly) 10120, (lz) 10130, (ma) 10140, (mb) 10150, (mc) 10160, (md) 10170, (me) 10180, (mf) 10190, (mg) 10200, (mh) 10210, (mi) 10220, (mj) 10230, (mk) 10240, (ml) 10250, (mn) 10260, (mo) 10270, (mp) 10280, (mq) 10290, (mr) 10300, (ms) 10310, (mt) 10320, (mu) 10330, (mv) 10340, (mw) 10350, (mx) 10360, (my) 10370, (mz) 10380, (na) 10390, (nb) 10400, (nc) 10410, (nd) 10420, (ne) 10430, (nf) 10440, (ng) 10450, (nh) 10460, (ni) 10470, (nj) 10480, (nk) 10490, (nl) 10500, (nm) 10510, (nn) 10520, (no) 10530, (np) 10540, (nq) 10550, (nr) 10560, (ns) 10570, (nt) 10580, (nu) 10590, (nv) 10600, (nw) 10610, (nx) 10620, (ny) 10630, (nz) 10640, (oa) 10650, (ob) 10660, (oc) 10670, (od) 10680, (oe) 10690, (of) 10700, (og) 10710, (oh) 10720, (oi) 10730, (oj) 10740, (ok) 10750, (ol) 10760, (om) 10770, (on) 10780, (oo) 10790, (op) 10800, (oq) 10810, (or) 10820, (os) 10830, (ot) 10840, (ou) 10850, (ov) 10860, (ow) 10870, (ox) 10880, (oy) 10890, (oz) 10900, (pa) 10910, (pb) 10920, (pc) 10930, (pd) 10940, (pe) 10950, (pf) 10960, (pg) 10970, (ph) 10980, (pi) 10990, (pj) 11000, (pk) 11010, (pl) 11020, (pm) 11030, (pn) 11040, (po) 11050, (pp) 11060, (pq) 11070, (pr) 11080, (ps) 11090, (pt) 11100, (pu) 11110, (pv) 11120, (pw) 11130, (px) 11140, (py) 11150, (pz) 11160, (qa) 11170, (qb) 11180, (qc) 11190, (qd) 11200, (qe) 11210, (qf) 11220, (qg) 11230, (qh) 11240, (qi) 11250, (qj) 11260, (qk) 11270, (ql) 11280, (qm) 11290, (qn) 11300, (qo) 11310, (qp) 11320, (qq) 11330, (qr) 11340, (qs) 11350, (qt) 11360, (qu) 11370, (qv) 11380, (qw) 11390, (qx) 11400, (qy) 11410, (qz) 11420, (ra) 11430, (rb) 11440, (rc) 11450, (rd) 11460, (re) 11470, (rf) 11480, (rg) 11490, (rh) 11500, (ri) 11510, (rj) 11520, (rk) 11530, (rl) 11540, (rm) 11550, (rn) 11560, (ro) 11570, (rp) 11580, (rq) 11590, (rr) 11600, (rs) 11610, (rt) 11620, (ru) 11630, (rv) 11640, (rw) 11650, (rx) 11660, (ry) 11670, (rz) 11680, (sa) 11690, (sb) 11700, (sc) 11710, (sd) 11720, (se) 11730, (sf) 11740, (sg) 11750, (sh) 11760, (si) 11770, (sj) 11780, (sk) 11790, (sl) 11800, (sm) 11810, (sn) 11820, (so) 11830, (sp) 11840, (sq) 11850, (sr) 11860, (ss) 11870, (st) 11880, (su) 11890, (sv) 11900, (sw) 11910, (sx) 11920, (sy) 11930, (sz) 11940, (ta) 11950, (tb) 11960, (tc) 11970, (td) 11980, (te) 11990, (tf) 12000, (tg) 12010, (th) 12020, (ti) 12030, (tj) 12040, (tk) 12050, (tl) 12060, (tm) 12070, (tn) 12080, (to) 12090, (tp) 12100, (tq) 12110, (tr) 12120, (ts) 12130, (tu) 12140, (tv) 12150, (tw) 12160, (tx) 12170, (ty) 12180, (tz) 12190, (ua) 12200, (ub) 12210, (uc) 12220, (ud) 12230, (ue) 12240, (uf) 12250, (ug) 12260, (uh) 12270, (ui) 12280, (uj) 12290, (uk) 12300, (ul) 12310, (um) 12320, (un) 12330, (uo) 12340, (up) 12350, (uq) 12360, (ur) 12370, (us) 12380, (ut) 12390, (uu) 12400, (uv) 12410, (uw) 12420, (ux) 12430, (uy) 12440, (uz) 12450, (va) 12460, (vb) 12470, (vc) 12480, (vd) 12490, (ve) 12500, (vf) 12510, (vg) 12520, (vh) 12530, (vi) 12540, (vj) 12550, (vk) 12560, (vl) 12570, (vm) 12580, (vn) 12590, (vo) 12600, (vp) 12610, (vq) 12620, (vr) 12630, (vs) 12640, (vt) 12650, (vu) 12660, (vv) 12670, (vw) 12680, (vx) 12690, (vy) 12700, (vz) 12710, (wa) 12720, (wb) 12730, (wc) 12740, (wd) 12750, (we) 12760, (wf) 12770, (wg) 12780, (wh) 12790, (wi) 12800, (wj) 12810, (wk) 12820, (wl) 12830, (wm) 12840, (wn) 12850, (wo) 12860, (wp) 12870, (wq) 12880, (wr) 12890, (ws) 12900, (wt) 12910, (wu) 12920, (wv) 12930, (ww) 12940, (wx) 12950, (wy) 12960, (wz) 12970, (xa) 12980, (xb) 12990, (xc) 13000, (xd) 13010, (xe) 13020, (xf) 13030, (xg) 13040, (xh) 13050, (xi) 13060, (xj) 13070, (xk) 13080, (xl) 13090, (xm) 13100, (xn) 13110, (xo) 13120, (xp) 13130, (xq) 13140, (xr) 13150, (xs) 13160, (xt) 13170, (xu) 13180, (xv) 13190, (xw) 13200, (xx) 13210, (xy) 13220, (xz) 13230, (ya) 13240, (yb) 13250, (yc) 13260, (yd) 13270, (ye) 1328

(स) 0.49 ग्राम

(द) 4.9 ग्राम

(इ) 9.8

( )

4. 3.45 ग्राम धातु मानक दाब व ताप पर 1680 मिली. हाइड्रोजन विस्थापित करती है। धातु का तुल्यकी भार होगा

(अ) 46

(ब) 23

(स) 48

(द) 44

(इ) 40

( )

[उत्तर 1—(ग) 2—(अ) 3—(द) 4—(ब)]

## परमाणु भार

### 9.1 परमाणुओं का भार आपेक्षिक भार होता है

प्रतिदिन के व्यवहार में तुम वस्तुओं की तौल पौण्ड, किलोग्राम, आदि में करते हो। परंतु क्या तुम यह जानते हो कि पौण्ड, किलोग्राम क्या हैं? यह मानक सस्थाओं में रखे गये विशिष्ट मात्रा के घातुओं के टुकड़े हैं जिन्हें वैज्ञानिकों के अन्तरराष्ट्रीय सघ ने तौल की मानक इकाइयों के रूप में लिया है। उपयोग के लिए आने वाले एक पौण्ड या एक किलो का भार इन मानक भारों के बराबर होता है। तुमने प्रयोगशाला में पदार्थों के एक ग्राम के सौवें भाग (जिसे 10 मिलीग्राम कहते हैं) की सहायता से तौला होगा। यह कितना सूक्ष्म होता है? पदार्थ परमाणु से संरचित होते हैं, तुम्हारे द्वारा उपयोग किये मिलीग्राम के भार में अरबों अरबों परमाणु होते हैं। इससे तुम अनुमान लगा सकते हो कि एक परमाणु का भार कितना होता होगा।

ग्रहाण्ड में इव्य की उत्पत्ति प्रक्रिया में सर्वप्रथम उत्पन्न होने वाला तत्व हाइड्रोजन है। इसे इव्य की मौलिक अवस्था भी कहते हैं। इसलिए वैज्ञानिक प्रावट में परिकल्पना की थी कि विभिन्न तत्वों के परमाणु हाइड्रोजन परमाणुओं से मितकर बने हैं। यद्यपि यह परिकल्पना ठीक नहीं पाई गई, किन्तु डाल्टन के सुझाव के अनुसार हाइड्रोजन के भार को मानक मानकर अन्य पदार्थों के परमाणु के आपेक्षिक भार को प्रदर्शित अवश्य किया जाने लगा।

हाइड्रोजन मानक के अनुसार :

$$\text{तत्व का परमाणु भार} = \frac{\text{तत्व के एक परमाणु का भार}}{\text{हाइड्रोजन के एक परमाणु का भार}}$$

क्योंकि यह एक अनुपात है, इसकी इकाई नहीं होती, फिर भी यदि हाइड्रोजन के एक परमाणु का भार एक इकाई (एक परमाणु भार इकाई) मान लिया जाय तो अन्य तत्वों के परमाणुओं के भार इन परमाणु भार इकाइयों (प. भा. इ.) में भी दिये जा सकते हैं। यह तुम पिछली इकाइयों में देख चुके हो। इस आधार पर की गई गणनाओं से ऑक्सीजन का परमाणु भार 15.87 दृत्रा। इसके पश्चात् बर्जीलियस, कैनीजेरो तथा स्टान ने अपने प्रयोगों के आधार पर परमाणु भार की मानक हाइड्रोजन के स्थान पर ऑक्सीजन के परमाणु भार की 16 मानक इकाई को अधिक उपयुक्त ठहराया। ऑक्सीजन के परमाणु भार की 16.000 मानक की अंतरराष्ट्रीय समिति ने भी स्वीकार किया।

इस मान के आधार पर हाइड्रोजन का परमाणु भार 1.008 होता है।

तब का परमाणु भार =  $\frac{\text{तत्व के परमाणु का भार}}{\text{ऑक्सीजन के परमाणु भार का } \frac{1}{16} \text{ भाग}}$

परमाणु भार का ऑक्सीजन मानक भी अब मान्य नहीं रहा है क्योंकि वैज्ञानिकों ने पाया कि ऑक्सीजन का अवलोकित परमाणु भार इसके तीन समस्थानिकों (Isotopes)  $O^{16}$ ,  $O^{17}$ , तथा  $O^{18}$  का औसत भार है। इन तीनों आइसोटोपों की प्रकृति में प्राप्त आपेक्षिक मात्रा में अन्तर पाया गया। अतएव, इसे विश्वस्त मानक न पाकर वैज्ञानिकों की अन्तरराष्ट्रीय समिति ने 1961 में  $O^{12}$  को मानक निर्धारित किया।

वैज्ञानिकों के मतानुसार एक ही समस्थानिक\* के भार को मानक मानना अधिक उपयुक्त होता है क्योंकि उसके मान में परिवर्तन नहीं होता जैसा कि मिश्रित समस्थानिकों में होता है। क्या कार्बन के अलावा दूसरे समस्थानिकों को मानक नहीं माना जा सकता था? ऐसा अवश्य ही किया जा सकता था, परन्तु एक मानक का मान बदलने से तत्वों के सभी प्राप्त परमाणु भारों में अधिक अन्तर आ जाता है। अतः अन्त में यह सोचा गया कि उस मानक का चयन किया जाय जिससे पुरानी मानकों से प्राप्त परमाणु भारों में अल्पतम विचलन हो।

इस आधार पर मानक के अनुसार ऑक्सीजन का परमाणु भार 16 के स्थान पर 15.9999 प्राप्ता है। इस अन्तिम निर्णय से सभी परमाणु भारों का अन्तर 1,000,000 में 43 की कमी पानी गयी। अब यह सभी रासायनिक तथा भौतिक शास्त्रियों को मान्य है।

## 9.2 परमाणु भार कैसे ज्ञात किये जाते हैं

### (i) कॅलीनेरो विधि

सारणी 9.1 में कार्बन के कुछ वाष्पशील यौगिकों के अनुसार व सगठन सकलित किए गए हैं;

सारणी 9.1

वाष्पशील यौगिक	मात्रात्मक सगठन	अणुभार	मानक दाब व ताप पर 22.4 लीटर का भार
कार्बन मोनोक्साइड	कार्बन 12 ऑक्सीजन 16	28	28 ग्राम
कार्बन डाइऑक्साइड	कार्बन 12 ऑक्सीजन 32	44	44 ग्राम
मीथेन	कार्बन 12 हाइड्रोजन 4	16	16 ग्राम
एथिलीन	कार्बन 24 हाइड्रोजन 4	28	28 ग्राम
प्रोपिलीन	कार्बन 36 हाइड्रोजन 6	42	42 ग्राम
कार्बन टाइमल्फाइट	कार्बन 12 सल्फर 64	76	76 ग्राम

\* इसके विषय में विस्तृत जानकारी तुम्हें अगली इकाई में प्राप्त होगी।

यह विचार करो कि इन जीवजनों में समष्टि होने पर भी प्रत्येक जीव है कि जीवों का अंतर का एक अनु हाइड्रोजन के एक परमाणु में 23 गुना भारी है। इसमें हाइड्रोजन 12 गुना भार के कारण भारी है तथा ऑक्सीजन 16 गुने भार के कारण है, विन्दु निश्चयता पूर्वक गरी बह गये कि कार्बन, ऑक्सीजन के दो भार बिन्दु परमाणुओं के कारण इस प्रमाण्य जनकारी में कार्बन मोनोक्साइड का सूत्र प्राप्त गरी जिस का सूत्र हमें विद्वत् केवल अनुमान परमाणा जा सकता है। सबसे सत्य अनुमान हम यह मानते हैं कि कुछ अनुमान एक परमाणु कार्बन व एक परमाणु ऑक्सीजन के कारण है। अर्थात् हमने मोनोऑक्साइड के एक अनु का समष्टि (CO) मान लिया। इस मान्यता के आधार पर हम मानते हैं कि कार्बन का एक परमाणु हाइड्रोजन में 12 गुना व ऑक्सीजन का परमाणु 1 भारी है।

हमारी यह मान्यता ठीक न हो और कार्बन मोनोऑक्साइड में दो कार्बन के परमाणु एक ऑक्सीजन के एक अनु के (जो हाइड्रोजन के एक परमाणु में 23 गुना भारी है) फिर भी 12 गुना भार के कारण भारी का दो कार्बन परमाणुओं के कारण हुआ अर्थात् एक परमाणु हाइड्रोजन में 6 गुना भारी हुआ। ध्यान रहे कि मात्र हमने एक प्रकार के कार्बन मोनोऑक्साइड का सूत्र  $C_2O$  पुनः मान लिया है। इसी प्रकार, यह भी माना जा सकता है कार्बन का एक व मात्र के दो परमाणु संयोग करने हो तब कार्बन का परमाणु भार 12 व ऑक्सीजन का 8 होता था। यही कार्बन मोनोऑक्साइड का सूत्र  $CO_2$  माना ही गया है। अतः यह निश्चय करने के इस विषय में विवेचपूर्ण मान्यता पर ही निर्भर रहने के अनिवार्य कोई प्राप्ति नहीं प्रतीत हो रही बरिदाई स्वयं डाक्टर के सम्मुख भी आई। उन्होंने इसपर हम यह मान कर निवारण प्रदान किया कि यदि दो तरफों में समष्टि कोई एक यौगिक प्राप्त हो तो हमें इसका संगठन प्रत्येक के एक-एक परमाणु में बना मान लेना चाहिए।

तुम पिछली इच्छाओं में यह चुके हो कि इस मान्यता के आधार पर ये-यूरीक ने सैकड़ आपत्तियों के शायो को समझने में किस प्रकार असमर्थता पाई व एबोमेटो ने अनु की परिवर्तन प्रस्तुत करके इसका निराकरण किया। परमाणु भार को निश्चित करने के लिए बर्नीजरो ने इस तर्कपूर्ण हल निकाला। उनके अनुसार यदि केवल एक या दो यौगिकों के ही परिणाम उपलब्ध हो तो जैसे कार्बन के उपरोक्त उदाहरण में हमारे पास केवल एथिलीन व प्रोपिलीन एक पति हो तो यह सम्भावना अधिक है कि इनमें वह यौगिक न हो जिसके अनुओं में तत्त्व के सबसे अपरिष्कृत एक परमाणु हो। ऐसी अवस्था में अनु में जिस भार को हम एक तरफ के एक परमाणु के कारण समझकर परमाणु भार मान लें तो दो परमाणुओं के कारण, और हमारा माना परमाणु भार ठीक परमाणु भार में दुगुना या त्रिगुना होगा।

अतएव, बर्नीजरो के अनुसार किसी तत्त्व का परमाणु भार उसने सभी वाष्पशील यौगिकों के अनुसारों में उपस्थित उसके न्यूनतम भार भाग को मानना चाहिए। इस प्रकार माना हुआ परमाणु भार अधिक होने की सम्भावना तो है और कभी भी यदि किसी नए अनु में इससे अधिक भार प्राप्त होवे, पर यह उसका गुणज मिष्ट हो सकता है विन्दु अनेकों यौगिकों के अध्ययन से सम्भावना कम रह जाती है। इस आधार पर—

द्वितीय विधि के पर :

1. तत्व के अंकों वास्तवीय योगिकों के अनुभार जा विमे जाते है।
2. इनका ग्यायनिक मण्डन जात करके इनके अनुभारों में तत्व के भार भागों की गणना की जाती है।
3. इनमें सबसे कम भार भाग को परमाणु भार मान लिया जाता है। इस विधि में एक दो बमिदा है, तुम मण्डनपूर्वक देख सकते हो।
4. प्रत्येक तत्व के अधिक से अधिक योगिकों का चयन आवश्यक होता है, अन्यथा परमाणु भार की उल्लेख भावा प्राप्त होने की अधिक सम्भावना रहती है।
5. सभी योगिकों का वायु धनत्व या द्राम-अनुभार निरानना सम्भव नहीं होता। दूसरी विधियों में निराना गया द्राम अनुभार का मान शुद्ध नहीं होता।

अतः इस विधि में ज्ञान परमाणु भार में अनिश्चितता तो रहती ही है, साथ ही इसका मान लगभग ज्ञान होता है।

ii) तरबों की विशिष्ट ऊष्मा द्वारा

1819 में द्राम के वैज्ञानिक ड्यूलांग तथा पेटिट ने विभिन्न ठोस तत्वों की विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात करने पर एक मनोरञ्जक सम्बन्ध खोज निकाला कि तत्वों के परमाणु भार एवं विशिष्ट ऊष्मा गुणनफल हमेशा लगभग 6.4 होता है। इसको परमाणु ताप अथवा परमाणु ऊष्मा कहते हैं। य भी इस तथ्य को सारणी 9.2 में देख सकते हो।

सारणी 9.2

तत्व	परमाणु भार	विशिष्ट ऊष्मा	परमाणु ऊष्मा (परमाणु भार $\times$ विशिष्ट ऊष्मा)
मैगनीशियम	24.3	0.248	6.0
मग्नेश	32.0	0.175	5.6
लोहा	55.8	0.112	6.3
कॉपर	63.5	0.095	6.0
जिंक	64.4	0.093	6.1
टिन	118.7	0.054	6.4
आयोडीन	126.9	0.052	6.6
सोना	197.0	0.031	6.1
तँद	207.2	0.031	6.4

अतएव, तत्व का परमाणु भार  $\times$  विशिष्ट ऊष्मा = 6.4 (लगभग)

ड्यूलांग व पेटिट द्वारा ज्ञात सम्बन्ध की सहायता से किसी तत्व की विशिष्ट ऊष्मा ज्ञात होने पर उसमें परमाणु भार की गणना करना सम्भव है। किन्तु गुणनफल शुद्ध व सुनिश्चित न होने के कारण इस नियम की सहायता से गणना करने पर प्राप्त परमाणु भार भी परिशुद्ध (accurate) मान नहीं होता व केवल इसका लगभग (approximate) मान प्राप्त हो पाता है।

परमाणु भार के परिशुद्ध मान की गणना उपरोक्त विधियों से प्राप्त निकटतम मान व इसके तुल्याकी भार व संयोजकता में सम्बन्ध की महायता से की जाती है। तुम इस सम्बन्ध का अध्ययन पिछली इकाइयों में कर चुके हो। यह गणना इस प्रकार की जाती है—

1. पहले प्रयोगों द्वारा तत्त्व का परिशुद्ध तुल्यांकी भार ज्ञात किया जाता है। तुम इसके लिए प्रयुक्त कुछ विधियों का वर्णन पढ़ चुके हो। उदाहरण के लिए हाइड्रोजन विस्थापन विधि द्वारा किसी तत्त्व का तुल्याकी भार 9.01 ज्ञात किया गया।
2. कैनीजरो या ड्यूनाग-मेटिट नियम की महायता से ज्ञात परमाणु भार के लगभग मान की गणना की जाती है। उपरोक्त तत्त्व की विशिष्ट ऊष्मा 0.215।

$$\text{परमाणु भार का लगभग मान} = \frac{6.4}{0.215} = 29.76$$

3. अब ज्ञात सूत्र, परमाणु भार = तुल्यांकी भार  $\times$  संयोजकता में परमाणु भार के ज्ञात लगभग मान व तुल्यांकी भार के मान को रखकर संयोजकता ज्ञात की जाती है :  $\frac{29.76}{9.01} = 3.02$

किन्तु संयोजकता का मान पूर्णांक होना चाहिए। अतएव, प्राप्त संयोजकता के मान को निकटतम पूर्णांक कर लिया जाता है।

यहां संयोजकता का मान = 3

4. परिशुद्ध तुल्याकी भार को संयोजकता के पूर्णांक मान से गुणा करके परिशुद्ध परमाणु भार की गणना करली जाती है।

$$\text{परिशुद्ध परमाणु भार} = \text{तुल्याकी भार} \times \text{संयोजकता}$$

$$\text{तत्त्व अ का परमाणु भार} = 9.01 \times 3$$

$$= 27.03$$

पुस्तक के अंतिम पृष्ठ पर  $C^{12}$  मानक के अनुसार तत्वों के परमाणु भारों को सज्जित किया गया है। तुम्हारे मन में यह प्रश्न अवश्य उठे होगा कि पदार्थ तो परमाणुओं से बने हैं, परमाणुओं की रचना किस से हुई?

परमाणुओं के भार भिन्न-भिन्न किम कारण होते हैं, इनके संस्थानक क्यों व कितने होते हैं?

इन प्रश्नों के उत्तर तुम्हें अगली इकाई में प्राप्त होंगे।

### (iii) ब्लोराइट के वाष्प घनत्व द्वारा

तत्त्व का वाष्पशील ब्लोराइट बनाकर उसका वाष्प घनत्व ज्ञात कर लेने पर तत्त्व के परमाणु भार की गणना निम्न प्रकार से की जाती है—

(क) सर्वप्रथम दिए हुए आंकड़ों से तुल्याकी भार ज्ञात करना।

(ख) ब्लोराइट के वाष्प घनत्व को दुगुना करके अणुभार ज्ञात करना।

(ग) सूत्र

$$\text{तत्त्व की संयोजकता} = \frac{\text{तत्त्व के ब्लोराइट या अणुभार}}{\text{तत्त्व का तुल्याकी भार} + कार्बन का परमाणु भार}$$

द्वारा संयोजकता ज्ञात करना।

उत्पन्न गैर निश्वसना—

माना कि तत्व की संयोजकता  $x$ , तुल्यांकी भार  $E$  और प्रतीक  $M$  है ।

$$\text{तत्व का परमाणु भार} = E \times x$$

$$\text{मन्थ के क्लोराइड का सूत्र} = MCl_x$$

तत्व के क्लोराइड का अणुभार— तत्व का परमाणु भार +  $x \times$  क्लोरीन का परमाणु भार

$$= E \times x + x \times 35.5$$

$$= x[E + 35.5]$$

$$\text{अतः } x = \frac{\text{तत्व के क्लोराइड का अणुभार}}{E + 35.5}$$

$$= \frac{\text{तत्व के क्लोराइड का अणुभार}}{\text{तत्व का तुल्यांकी भार} + \text{क्लोरीन का परमाणु भार}}$$

(घ) तुल्यांकी भार की संयोजकता के पूर्णांक से गुणा करके परमाणु भार ज्ञात करना ।

उदाहरण—एक तत्व के 3.12 ग्राम की वायु में जलाने पर 9.36 ग्राम ऑक्साइड प्राप्त हुआ ।

यदि तत्व के क्लोराइड का वाष्प घनत्व 59.25 है तो परमाणु भार एवं संयोजकता ज्ञात करो ।

3.12 ग्राम तत्व में संयोज करने वाली

$$\text{ऑक्सीजन की मात्रा} = 9.36 - 3.12 \text{ ग्राम}$$

$$= 6.24 \text{ ग्राम}$$

∴ 8 ग्राम ऑक्सीजन से संयोग

$$\text{करने वाले तत्व की मात्रा} = \frac{3.12}{6.24} \times 8$$

$$= 4 \text{ ग्राम}$$

$$\text{अतः तत्व का तुल्यांकी भार} = 4$$

$$\text{तत्व के क्लोराइड का अणुभार} = 59.25 \times 2$$

$$= 118.5$$

$$\text{तत्व की संयोजकता} = \frac{\text{तत्व के क्लोराइड का अणुभार}}{\text{तत्व का तुल्यांकी भार} + 35.5}$$

$$= \frac{118.5}{4 + 35.5}$$

$$= 3$$

$$\text{तत्व का परमाणु भार} = 4 \times 3$$

$$= 12$$

अतः तत्व की संयोजकता 3 एवं परमाणु भार 12 है ।



### पुनरावलोकन

परमाणु अत्यन्त सूक्ष्म होते हैं। व्यवहार ने उनके भार परमाणु भार इकाइयों में प्रयुक्त करना सुविधाजनक रहता है। पहले हाइड्रोजन के परमाणु के भार को एक इकाई मानकर (परमाणु भार इकाई) अन्य तत्त्वों के परमाणु भार ज्ञात किये गये। उसके पश्चात् ऑक्सीजन के परमाणु के भार का 16 इकाई परमाणु भार इकाई माना गया इस मानक से हाइड्रोजन के परमाणु भार 1.008 व. भा. ई. होता है। आजकल वाबेन के C-12 स्थान को परमाणु का भार व. भा. इ. मान मानक मान लिया गया है। परमाणु का भार लगभग मान दो विधियों से ज्ञात किया जाता है। बर्नार्जेरो विधि व ह्यूनाग-नेट्टि विधि। परिशुद्ध तुल्यता की भार व परमाणु भार के लगभग मान की महात्मता से सम्बन्धिता ज्ञान करके इसके पूर्णांक मान में परिशुद्ध तुल्यता की भार को गुना करके परिशुद्ध तुल्यता की भार का मान प्राप्त किया जाता है।

#### अध्ययन प्रश्न

1. परमाणु भार मानक के विज्ञान का कारण बताते हुए ताले में वर्णन करो। आजकल परमाणु भार मान की कोनसी इकाई का उपयोग किया जाता है ?
2. परमाणु भार निश्चयन की "बर्नार्जेरो विधि" में क्या-क्या सीमाएँ हैं ? इस विधि को किन परिस्थितियों के काम में लिया जाता है ? उदाहरण देकर स्पष्ट करो।
3. एक ग्राम के डोमाइड में 81.08 बोमीन है। ग्राम की विशिष्ट ऊष्मा 0.11 है। ग्राम का तुल्यता भार व सम्बन्धिता ज्ञात करो।
4. किसी तत्व की विशिष्ट ऊष्मा 0.031 बर्नार्जेरो प्रति ग्राम प्रति डिग्री है। इस तत्व के 25 ग्राम भारमानक से तुल्यता ज्ञात है ? तत्व का परमाणु भार ज्ञात करो।
5. एक ग्राम के शुद्ध कार्बोनेट के 1.5 ग्राम को गर्म करने पर 0.455 ग्राम अम्लवाहक बाल। यदि ग्राम की सम्बन्धिता दो से अथवा एक हो तो इसके परमाणु-भारों का ज्ञान करो।

#### अभ्यास प्रश्न

1. कार्बन-12 परमाणु परमाणु भार का आदर्श मानक है क्योंकि—

(अ) कार्बन का एक ही आयसोटोप होता है।

(ब) कार्बन के आयसोटोपों का परमाणु भार 12 है।

(ग) अंतः-अणुओं में कार्बन सर्वप्रथम पाया है।

(घ) अणुमान निर्धारण में कार्बन तुल्यता से आसानी से प्राप्त है।

(ङ) परमाणु भार समस्त तुल्य है।

( )

2. C-12 के आधार पर भारमानक का परमाणु भार

(अ) बराबर 12 है।

(ब) 16 से कुछ कम है।

(ग) 16 से अधिक है।

(घ) बराबर 16 है क्योंकि उनका भार समान होता है।

(ङ) कम मात्र 16 है क्योंकि 12-12 परमाणु में कार्बन व अणुओं में है।

( )

3. द्रुमाग व पेटिट नियम द्वारा परिणुद परमाणु भार की गणना करने के लिए निम्न मानों की आवश्यकता होती है :

- (अ) विशिष्ट ऊष्मा व परमाणु ऊष्मा ।
- (ब) विशिष्ट ऊष्मा व संयोजकता ।
- (स) विशिष्ट ऊष्मा, परमाणु ऊष्मा व तुल्यांकी भार ।
- (द) तुल्यांकी भार व परमाणु ऊष्मा ।
- (इ) परमाणु ऊष्मा व संयोजकता ।

( )

4—यह मल्य है कि

- (अ) तत्त्व का परमाणु भार = तत्त्व का तुल्यांकी भार  $\times$  संयोजकता
- (ब) तत्त्व का अणुभार =  $2 \times$  वाष्प घनत्व
- (स) तत्त्व का परमाणु भार =  $6.4 \times$  तत्त्व की परमाणु ऊष्मा
- (द) तत्त्व के वाष्पशील क्लोराइड का अणुभार = तत्त्व का परमाणु भार + 35.5
- (इ) हाइड्रोजन का परमाणु भार = मानक दाब व ताप पर 22.4 सीडर हाइड्रोजन का भार

( )

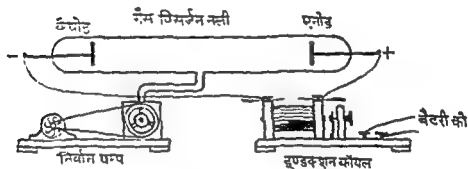
5—एक तत्त्व M है जिसका तुल्यांकी भार 9 है और वह एक क्लोराइड  $MCl_2$  बनाना है । तत्त्व का परमाणु भार होगा—

- (अ) 18.7.
- (ब) 9.
- (स) 27.
- (द) 36.
- (इ) 45

[उत्तर : 1—(द) 2—(ब) 3—(स) 4—(अ) 5—(ग)]



अतः, चिन्तों के जो दोहन कोलेक्टर नली में विद्युत विभजन के सेवन परिणामों का कारण होता है। कोलेक्टर नली-नली में नली में विद्युत प्रवाह सम्भव नहीं होता। अतः, उसका प्रयोग कोलेक्टर (10.1) के रूप में किया जाता है। चिन्तों का कारण यह है कि प्रत्येक उच्च विभव पर चिन्तों के साथ विद्युत विभजन हो जाता है, यह प्रश्न उठता कि क्या शून्य में भी विद्युत विभजन सम्भव है? इसके अध्ययन के लिए उद्गीर्णनी प्रभावों के अन्तिम वर्षों में अनेक प्रयोग किए गए हैं जो उल्लेखनीय बताते हैं। चित्र 10.1 में उद्गीर्णनी के लिए प्रयोग नली दर्शाई गई है।



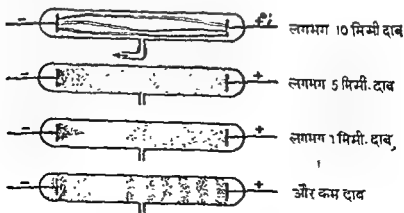
चित्र 10.1—वैक्यूम ट्यूब पर गैसों में विद्युत विभजन अध्ययन का उपकरण

शून्यक परम द्वारा दाब कम करने पर उद्गीर्णनी बॉटल द्वारा उच्च विभव लगाने पर नली में विद्युत विभजन के रोशनी रूप दीप्ति पड़ने हैं जो चित्र 10.2 में दर्शाए गए हैं।

लगभग 10 मिमी दाब पर नली में एक गुलाबी चिगायी एक इलेक्ट्रोड में दूसरे तक दीप्ति है। तथा धीमे धीरे के साथ विभजन होता है।

लगभग 5 मिमी दाब होने पर एक गुलाबी रंग की दीप्ति सारी नली में व्याप्त हो जाती है, शक्ति विभजन होने लगता है तथा बॉटल कम करने लगता है।

1 मिमी. के लगभग दाब करने पर यह गुलाबी दीप्ति की पट्टी टूट जाती है, कैथोड व



चित्र 10.2—दाब की क्रमशः घटाने पर विभजन नली में परिवर्तन



नली में पूर्ण शून्य के समझन दाब से आया जाय तो विद्युत विसर्जन रक जाता है। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि (1) नली में विद्युत प्रवाह के लिए कुछ न कुछ आवश्यक है, तथा (2) कैथोड किरणों ऋण आवेशित कणों में बनी है।

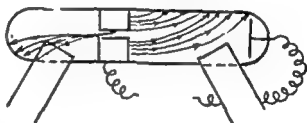
विद्युत विसर्जन का वर्षों तक अध्ययन करने के पश्चात् जे. जे. टॉमसन महोदय ने यह विचार किया कि कैथोड किरणों के यह ऋण आवेशित कण वही नली में ली गई गैस के परमाणुओं के टूटने से ही न बने हों। उन्होंने यह भी देखा कि विसर्जन नली में कोई भी गैस क्यों न से, हमेशा पाया गया है कि ये ही ऋण आवेशित कण बनते हैं। अतएव, उन्होंने यह अनुमान भी लगाया कि सभी परमाणुओं की रचना में ये कण अवश्य समान होते हैं।

इलेक्ट्रॉन शब्द का प्रयोग विद्युत के कणों के लिये 1881 से ही किया जा रहा था। टॉमसन इन ऋण कण इलेक्ट्रॉनों के भार व उनके आवेश अनुपात  $e/m$  की गणना करने में सफल हुए विन्तु इलेक्ट्रॉनों के आवेश व भार को पृथक् रूप से ज्ञात नहीं कर पाए।

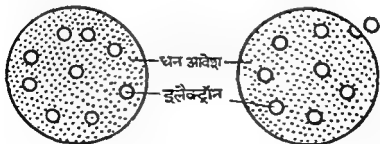
कुछ वर्ष पश्चात् ज्ञात हुआ कि इनका भार एक हाइड्रोजन परमाणु के भार का  $1/1840$  का भाग होता है।

विद्युत विसर्जन नली में छिद्र युक्त कैथोड लेने पर (चित्र 10.6) कैथोड किरणों के अतिरिक्त

कैथोड के छिद्र से होकर विपरीत दिशा में, आवेशित कणों का एक अन्य प्रवाह भी पाया गया। ये कण धन आवेशित थे। इन्हें धन किरणों या 'कैनाल किरणों' कहा जाता है। विभिन्न गैसों को नली में लेने पर बनने वाले धन कणों के  $e/m$  भिन्न-भिन्न होते हैं। इन परिणामों के आधार पर टॉमसन महोदय ने परमाणुओं को धन तथा ऋण विद्युत कणों से रचित माना। (चित्र 10.7 अ) में टॉमसन द्वारा प्रस्तावित परमाणु का प्रतिकल्प दर्शाया गया है। गैसों द्वारा विद्युत विसर्जन को इस प्रतिकल्प द्वारा इस प्रकार समझाया गया कि इनमें ऋण कण मुक्त होकर विद्युत का परिवहन करते हैं व कैथोड किरणों के रूप में प्राप्त होते हैं।



चित्र 10.6—कैनाल किरणें



(अ)

(ब)

चित्र 10.7—टॉमसन का "प्लम-पुडिंग" मॉडल

यह चित्त 10.7 ब मे प्रदर्शित है। इसे टॉमसन का "प्लम पुडिंग"\* मॉडल कहते हैं।

10.2 परमाणु की इस रचना के अनुमान से फिर अनेक प्रश्न उठ खड़े हुए—जैसे यह कि परमाणु से घन व ऋण कण एक दूसरे को निरावेशित क्यों नहीं कर देते ?



### अरनेस्ट रदरफोर्ड

(1871-1936—न्यूजीलैंड)

रदरफोर्ड टॉमसन के विद्यार्थी थे। मौजले, चंडविक (न्यूट्रान के आविष्कारक), शीमर एवं बोहर उनके विद्यार्थी थे। 1908 में रेडियोधर्मिता पर उनके शोध कार्य के लिए रदरफोर्ड को नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया। उनकी परमाणु भौतिकी की खोजों पर उन्हें 'सर' और उसके पश्चात् 'लार्ड' की उपाधि से विभूषित किया गया।

इन्हीं दिनों पेरिस (फ्रान्स) में बैक्युरल (1896) कुछ यूरेनियम यौगिकों का अध्ययन कर रहे थे जो काले कागज में लिपटे रहने पर भी फोटो प्लेटों पर प्रभाव डाल कर उन्हें धुंधला कर देते थे। पहले तो वह समझते रहे कि धूप से शक्ति ग्रहण करके यह पदार्थ ऐसी किरणें उत्पन्न करते हैं जो फोटो को धुंधला कर देती हैं। किन्तु यह देख कर कि अंधेरे में रहने पर भी ये पदार्थ फोटो प्लेटों पर प्रभाव डाल सकते हैं उन्होंने यह परिणाम निकाला कि इन यूरेनियम के यौगिकों में से ही ऐसी तीव्र किरणें निकलती हैं जो फोटो प्लेटों को प्रभावित करने की क्षमता रखती हैं। उन्होंने यह भी सोच कर कि सम्भव है किसी अज्ञात तत्व से ही ये किरणें निकल रही हैं, पेरिस की ही एक विज्ञान शिक्षिका मेरी क्यूरी से इस तत्व को पृथक् करने के लिए कहा।

### मैडम मेरी क्यूरी

(1867-1939—पोलेण्ड)

धीमती क्यूरी तथा उनके पति पीयर क्यूरी को उनके रेडियोधर्मी शोध कार्य पर बैक्युरल के साथ 1903 में भौतिकी पर नोबेल पुरस्कार मिला। एक दुर्घटना में इनके पति की मृत्यु के 5 वर्ष बाद उन्हें नोबेल पुरस्कार मिला। इस बार यह पुरस्कार उन्हें रसायन में मिला। यह प्रथम अवसर था कि किसी वंशानिक को दो बार नोबेल पुरस्कार प्राप्त हुआ हो।



- \* पार्श्वार्थ देशों में भोजनोपगन्ध परोगी जाने वाली मिठाई पुडिंग कहलाती है। इसमें प्लम नामक फल जगह जगह लगा दिये जाते हैं। हमारे देश में इसका उदाहरण बूदी के सट्टू में देख सकते हैं जिनमें बूदी के रूप में घन आवेश के कण हो तथा काने इलायची के दाने ऋण आवेश प्रदर्शित करें।

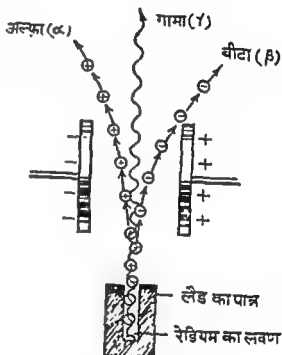
मेरी बयूरी व उनके पति पीयर बयूरी साथ मिलकर इस कार्य में जुट गए। उन्होंने पदार्थों द्वारा ऐसी तीव्रता किरणों के निकलने को पदार्थ की रेडियो-एक्टिवता का गुण कहा। उन्होंने धक्क परिवर्धन द्वारा अन्त में एक के स्थान पर दो नए तत्वों की खोज की। इनका नाम उन्होंने पोलोनियम व दूसरे का रेडियम रखा। कई टन पिचब्लैण्ड नामक खनिज से रेडियम की सूक्ष्म मात्रा ही प्राप्त हो सकी। किन्तु यह यूरेनियम की अपेक्षा तीन लाख गुना अधिक रेडियो-एक्टिव निकला।

रेडियो-एक्टिव पदार्थों में निकलने वाले कणों पर विद्युत क्षेत्र के प्रभाव के अध्ययन से ज्ञान हुआ कि हममें तीन प्रकार की किरणें हैं :

पहली वे जो क्षण ध्रुव की ओर आकर्षित हुईं। इन्हें अल्फा ( $\alpha$ ) किरणें कहा गया। रदरफोर्ड नामक यूनीवर्सिटी के भौतिक विज्ञानी ने इन किरणों को अपने अध्ययन में धन आवेश युक्त ही हीलियम गैस के आवेशित आयन पाया।

दूसरी जिन्होंने घनात्मक ध्रुव की ओर अत्यधिक झुकाव प्रदर्शित किया, बीटा ( $\beta$ ) किरण कहाई। बैकयूरल ने इनको कैथोड किरणों के समान  $c/m$  व इनके क्षण आवेश के आधार पर इलेक्ट्रॉनों का विकिरण ही दर्शाया (चित्र 10.8)।

तीसरे प्रकार की किरणें विद्युत क्षेत्र में अप्रभावित रही, इन्हें गामा ( $\gamma$ ) किरणें कहा गया। इनके गुण तीव्र एकल-किरणों जैसे थे।



चित्र 10.8—रेडियो-एक्टिव विकिरण

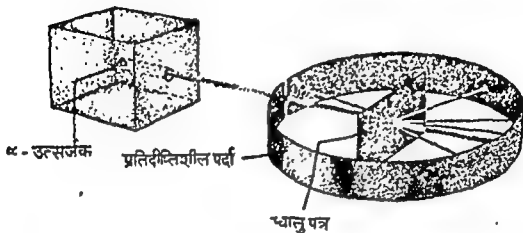
### 10.3 इन रेडियो-एक्टिव विकिरणों की सहायता से परमाणु की रचना का रहस्य कैसे खुला ?

1909 में रदरफोर्ड के दो शिष्यों नीलस बॉर्हार्डन ने  $\alpha$  कण किरणों का सोने के होने पत्र में से गमन का अध्ययन किया। अधिकांश  $\alpha$  कण तो सीधे ही दूसरी ओर स्थित आयु, कुछ कणों का बड़े कोणों में प्रवर्तन हो गया, यहाँ तक कि लगभग 8000 में से एक कण तो पूरे  $90^\circ$  कोण पर विक्षेपित हो गया। 20,000 में से एक का विक्षेपण तो और भी अधिक हुआ। वह  $180^\circ$  विक्षेपित हो गया अर्थात् उठा पौटा पड़ा। इस घटना में रदरफोर्ड विज्ञाने आश्चर्यचकित रह गए वहाँ उनकी के हाइपोथेसिस:

‘यह मेरे जीवन की सबसे अविश्वसनीय घटना थी। यह इतनी ही अविश्वसनीय थी कि मैंने



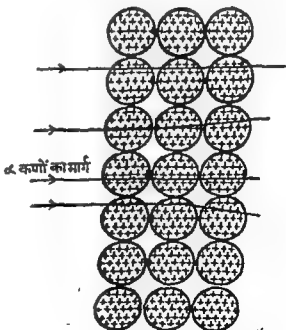
यह कि कोई कहे कि 15 इंच मोटी सोना में निक्कल गोला एक बाग़ में टपका कर पीट भाया और पतले चाँसे पर उल्टी चोट कर बैठा।”



चित्र 10.9—रदरफोर्ड का प्रयोग

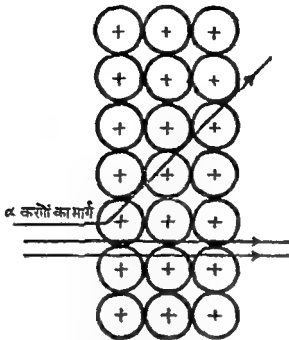
यदि डाल्टन की संकल्पनाओं में निहित परमाणु का स्वरूप ठोस गोले जैसा हो तो सभी  $\alpha$  कण टकरा कर लौट आने चाहिए थे। किन्तु ऐसा न होकर अधिकांश  $\alpha$  कण निकल गए जैसे छलनी में से होकर निकल जाएं।

यदि टॉमसन द्वारा प्रस्तावित धन आवेश के वितरित इलेक्ट्रॉनों वाले परमाणु के स्वरूप का विचार करें तो  $\alpha$  कणों का विकिरण चित्र 10.9 के अनुसार होता। ये अधिक से अधिक केवल कुछ डिग्री तक ही मुड़ते। इसके विपरीत प्रयोग द्वारा प्राप्त परिणाम तभी समझ सकते हैं जब कि धन आवेश अत्यन्त संकीर्ण स्थान में केन्द्रित हो जैसा चित्र 10.10 व 10.11 में दर्शाया गया है।



अतएव, रदरफोर्ड ने अनुमान लगाया कि धूँक केवल कुछ ही  $\alpha$  कण पूरी तरह विक्षेपित हुए, सोने के परमाणु के भीतर कोई अत्यन्त सूक्ष्म व अत्यधिक घना व धन आपेक्षित भाग है जिसके कारण यह सम्भव हुआ। हाइड्रोजन से  $18^4$  तक के भाग भार वाले इलेक्ट्रॉनों के कारण तो ऐसा हो नहीं ही सकता।

चित्र 10.10—टॉमसन द्वारा प्रस्तावित परमाणु संरचना के अनुसार कणों का आपेक्षित प्रकीर्णन

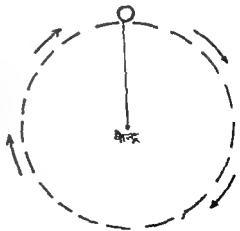


चित्र 10.11—रदरफोर्ड द्वारा प्रस्तावित परमाणु संरचना के अनुसार कण प्रकीर्णन

दो वर्षों तक इस प्रकार के  $\alpha$  कणों के विकिरण के अध्ययन का समयाने के लिए उन्होंने परमाणु के ऐसे स्वरूप की कल्पना की जिसमें परमाणु का सारा भार व धन आवेश एक केन्द्र (Nucleus) में एकत्रित हो।

गणनाओं के द्वारा परमाणु का ज्ञात व्यास एक सैण्टीमीटर का लगभग करोड़वा भाग ( $1 \times 10^{-8}$  सेमी) तथा न्यूक्लियस का व्यास  $1 \times 10^{-12}$  सेमी पाया गया। परमाणु में केन्द्रक के छोटे आकार का अनुमान हमें इस प्रकार हो सकता है कि यदि एक परमाणु फुटबाल के मैदान जितने व्यास का मानें तो केन्द्रक का आकार उसमें बेंटी एक मक्खी से अधिक नहीं होगा।

इलेक्ट्रॉन न्यूक्लियस के चारों ओर तीव्र गति से घूमते रहते हैं इस कारण विपरीत अपकेन्द्री बल से न्यूक्लियस का आकर्षण सन्तुलित हो जाता है। चित्र 10.12 में यह मनुलन दर्शाया गया है।



चित्र 10.12—अपकेन्द्री बल

रदरफोर्ड द्वारा प्रस्तावित परमाणु के स्वरूप से परमाणु रचना का रहस्य कितना सुलझा ?

तुम्हें ऐसा प्रतीत होता होगा कि रदरफोर्ड के परमाणु स्वरूप को मानकर  $\blacksquare$  कणों का प्रकीर्णन सरलता से समझाया जा सकता है। अतएव इसे मानने में कोई कठिनाई नहीं होनी चाहिए।

इस सम्बन्ध में तुम्हें यह अन्य तत्त्वों में अवगत कराते हैं जिनके कारण परमाणु के उपरोक्त स्वरूप को पूरी तरह मान्यता न मिल सकी तथा उसमें आवश्यक परिवर्तन करने पड़े।

इलेक्ट्रॉनों का न्यूक्लियस के चारों ओर घूमना द्रुत दोसनों के समकक्ष है तथा इस कारण विद्युत चुम्बकीय तरंगें उत्पन्न होनी चाहिए। इसके फलस्वरूप इलेक्ट्रॉनों की ऊर्जा में धीरे-धीरे कमी आती जानी चाहिए तथा अंत में इलेक्ट्रॉन न्यूक्लियस में ही समा जाना चाहिए (चित्र 10.13)।



चित्र 10.13

वैज्ञानिकों के प्रेक्षण इसके विपरीत है। परमाणुओं में प्राप्त स्पेक्ट्रम संतत (Continuous) न होकर असतत होता है।

प्रेक्षित परमाणु उत्सर्जन व अवशोषण स्पेक्ट्रमों की व्याख्या भी रदरफोर्ड के परमाणु स्वरूप द्वारा सम्भव नहीं हुई।

#### 10.4 स्पेक्ट्रम

तुम सूर्य के प्रकाश के स्पेक्ट्रम से परिचित हो। स्पेक्ट्रोस्कोप के द्वारा सूर्य के प्रकाश का स्पेक्ट्रम देखने पर उसमें अनेकों काली-काली रेखाएं दीख पड़ती हैं जिन्हें फ्रॉनहोफर रेखाएं कहते हैं। इनकी उपस्थिति का कारण ज्ञात करने में कुछ अन्य स्पेक्ट्रमों के अध्ययन से बड़ी सहायता मिली। तुम भी इन स्पेक्ट्रमों का ध्येय न पूर्वक अध्ययन करके न केवल फ्रॉनहोफर रेखाओं के रहस्य को ही समझ सकते हो अपितु परमाणुओं की संरचना की पहेली को सुलझाने के लिये किये गये रोचक तथ्य प्राप्त कर सकते हो। बर्नर की दीप्ति रहित ज्वाला में सोडियम का टुकड़ा जलाने पर चमत्कार पीला प्रकाश उत्पन्न होता है। स्पेक्ट्रोस्कोप से देखने पर एक पीली रेखा दोषती है। सोडियम बाष्प यत्नों के प्रकाश से भी स्पेक्ट्रम में पीली रेखा बनती है।

ऐसे स्पेक्ट्रम को जो वदार्थों को तप्त करने पर प्राप्त होते हैं, उत्सर्जित स्पेक्ट्रम कहते हैं।

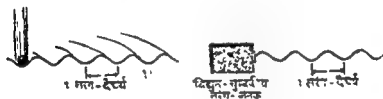
प्रत्येक तत्त्व के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में विशिष्ट रेखाएँ ही प्राप्त होती हैं जिनसे उन्हें पहचाना जा सकता है।

जलते हुए विद्युत बल्ब का स्पेक्ट्रम श्वेत गर्म टंगस्टन के तार के प्रकाश से बनता है। यह सतत (Continuous) स्पेक्ट्रम कहलाता है। यदि इससे निकले प्रकाश का स्पेक्ट्रम सोडियम की वाष्प में से होकर आने पर देखें तो इस सतत स्पेक्ट्रम से उसी स्थान पर दो काली रेखाएँ दीख पड़ती हैं जहाँ सोडियम के उत्सर्जन की रेखाएँ होती हैं। इसी प्रकार सभी पदार्थों की वाष्पों या द्रवों में से होकर आने पर बनने वाले स्पेक्ट्रमों में उन्हीं स्थानों पर काली रेखाएँ दीख पड़ती हैं जहाँ उनकी उत्सर्जन रेखाएँ होती हैं। ऐसे स्पेक्ट्रम को अवशोषण स्पेक्ट्रम कहते हैं।

फॉनहोफर रेखाएँ सूर्य के प्रकाश के विभिन्न तत्वों की वाष्पों में से होकर आने के कारण बनती हैं। ये वाष्प सूर्यमंडल के बाहरी भाग में रहती हैं। इनके अनिरक्त भी अनेकों प्रकार के अन्य स्पेक्ट्रम तुम अगली कक्षाओं में पढ़ोगे। यहाँ हम उनका वर्णन न करके स्पेक्ट्रम बनने के कारणों व उनमें प्राप्त ज्ञान का उपयोग परमाणु संरचना को समझने में करेंगे।

स्पेक्ट्रम क्यों बनते हैं ?

तुमने शान्त जल में पत्थर का टुकड़ा गिराने पर उठने वाली तरंगों का अवलोकन किया होगा (चित्र 10.14)। ये तरंगें अनुप्रस्थ तरंगें (Transverse Waves) कहलाती हैं। तुमने भौतिकी में इनकी विशेषताएँ पढ़ी होंगी। इनमें माध्यम के कणों का दोलन ऊर्जा के चलने की दिशा का लम्ब दिशा में होता है।



चित्र 10.14—शान्त जल में पत्थर डालने से उठने वाली अनुप्रस्थ तरंगें विद्युत-चुम्बकीय तरंगें

वायु में ध्वनि उत्पन्न किये जाने पर दृष्टान्तीय तरंगें (Longitudinal Waves) बनती हैं। इन तरंगों के माध्यम कणों का दोलन ऊर्जा के चलने की दिशा में ही होता है।

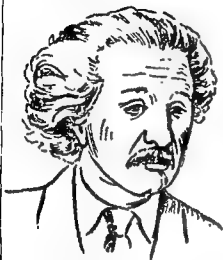
विभिन्न माध्यमों में ऊर्जा का संचार इन्हीं दो प्रकार की तरंगों द्वारा होता है। ऊर्जा संचार के वेग की तरंगों का वेग कहा जाता है। यह वेग तरंगों की प्रकृति, माध्यम की प्रकृति, ताप व दाब इत्यादि अनेकों कारकों पर निर्भर करता है। उदाहरणार्थ ध्वनि की गति वायु में 331.36 metres/sec तथा जल में 1500 metres/sec है।

ऊर्जा का बिना माध्यम के संचरण विद्युत चुम्बकीय तरंगों द्वारा होता है। प्रकाश, ताप, रेडियो विरण आदि सभी विद्युत-चुम्बकीय तरंगों के उदाहरण हैं। ये तरंगें अंतरिक्ष के खोले हुए स्थान में संचरण उत्पन्न होती हैं। प्रसिद्ध वैज्ञानिक आइन्स्टीन के अनुसार प्रकाश वेद विद्युत की तरंग संचरण

द्वारा प्रभावित नहीं होता। इस प्रकार यह समस्त गणनाओं के लिए एक अनोखा मानक है। इनके द्वारा प्रस्तावित ऊर्जा व सहति के प्रसिद्ध सम्बन्ध

$$E=mc^2 \quad \dots\dots (10.1)$$

में  $C$  प्रकाश वेग है जो सभी विद्युत चुम्बकीय तरंगों के लिए समान है। इसका मान हमेशा  $3 \times 10^8$  मीटर प्रति सेकण्ड पाया गया है। इन तरंगों का वेग अपरिवर्तनीय है। सब प्रकाश, ताप, रेडियो, विद्युत-चुम्बकीय तरंगों में इतना अंतर क्यों होता है ?

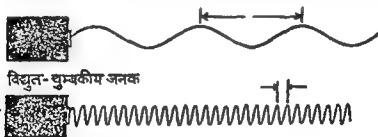


### अल्बर्ट आइन्सटीन

(1879-1955—जर्मन-यहूदी)

आइन्सटीन इस शताब्दी के सबसे महान् सैद्धान्तिक वैज्ञानिक थे। सन् 1905 तथा सन् 1916 में उन्होंने क्रमशः “विशिष्ट आपेक्षिकता” तथा “व्यापक आपेक्षिकता” (Relativity) के सिद्धान्त प्रकाशित किये थे। इसके अतिरिक्त सैद्धान्तिक भौतिकी तथा रसायन में भी उनका महत्त्वपूर्ण योगदान है। सन् 1921 में उन्हें विज्ञान के क्षेत्र में नोबेल पुरस्कार प्राप्त हुआ। आइन्सटीनियम नामक तत्व का नामकरण उनके ही सम्मान में हुआ था।

चित्र 10.15 में भिन्न-भिन्न तरंग दैर्घ्यों (तरंग सम्वर्द्ध) की तरंगें दर्शाई गई हैं। प्रत्येक दैर्घ्य में एक तरंग गिनते हैं। तरंग दैर्घ्य को ग्रीक अक्षर  $\lambda$  (लेम्बा) द्वारा प्रदर्शित करते हैं। एक स्थान पर खड़े होकर किसी बिन्दु से होकर जाने वाली तरंगों को गिने तो इन दोनों का वेग समान होने के



चित्र 10.15—तरंग सम्वर्द्ध

कारण हम पाएंगे कि एक सेकण्ड में सम्ये तरंग दैर्घ्य वाली तरंगों की कम संख्या तथा छोटे तरंग दैर्घ्य वाली तरंगों की अधिक संख्या उस बिन्दु से होकर आयेगी। एक सेकण्ड में किसी बिन्दु से होकर जाने वाली तरंगों की संख्या को तरंग की आवृत्ति कहते हैं। इसे ग्रीक अक्षर  $\nu$  (न्यू) में प्रदर्शित किया जाता है।

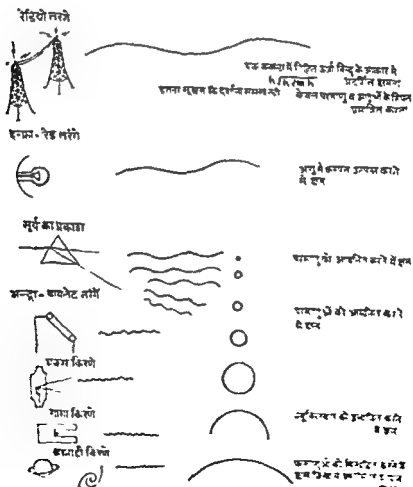
अनाथ, हम सरलता में श्रेष्ठ मन्त्र है कि—

उर्जा द्वारा एक सेकण्ड } नरम द्रव्य  $\times$  एक सेकण्ड में एक बिन्दु में  
में पार की नयी दूरी }  $\approx$  होकर जाने वाली तरंगों की संख्या

C=21

$$\dots, \quad (10.2)$$

यद्यपि सभी चुम्बकीय तत्वों की गति समान होती है, उनकी तरंग दैर्घ्य व आवृत्ति विभिन्न होती है। इसी भिन्नता के कारण उनके गुणों में इनका अंतर होता है। निम्न 10 16 में विभिन्न आवृत्तियों की तरंगें दर्शाई गई हैं। हमारी आनेन्द्रिया उनके अभ्यन्त छोटों में अल (प्रकाश व ऊष्मा) का ही प्रत्यक्ष अनुभव कर पाती हैं। अधिक आवृत्ति वाली तरंगों में अत्यधिक ऊर्जा समाई होती है।



विधि 10.10—विभिन्न आयुर्वर्गों की समीक्षा

ये लोहे, लैड, इत्यादि धातुओं की नदुरो की विभिन्न मोटाइयों का (अपनी आवृत्ति के अनुसार) वेधन करती हुई पार निकल जाती है। अत्यधिक आवृत्ति वाली कॉस्मिक किरणें पदार्थ के परमाणुओं का विखण्डन कर देती हैं। इस टकराव में आधुनिक खोजों के अनुसार, एण्टी-मैटर बनता है जो किसी भी पदार्थ के परमाणुओं से टकरा कर उसे नष्ट करने की क्षमता रखता है। यहाँ इनके विस्तार में न जाकर हम समस्या पर पुनः लौट आते हैं कि स्पेक्ट्रम क्यों बनते हैं ?

आवृत्ति की भिन्नता के कारण विभिन्न तरंग दैर्घ्यों वाली तरंगें ग्रिज्म में से होकर आने पर विभिन्न कोणों पर अपवर्तित हो जाती हैं। इसी कारण स्पेक्ट्रम बनता है। प्रकाश तरंग  $\lambda$  दैर्घ्य को एंगस्ट्रॉम या मिलिमाइक्रॉन इकाइयों में नापते हैं। एक सेंटीमीटर में 10 करोड़ एंगस्ट्रॉम इकाइयाँ होती हैं। इस इकाई का नाम एंगस्ट्रॉम नामक वैज्ञानिक द्वारा स्पेक्ट्रमों पर किये गये अनेकों अनुसंधानों के सम्मान में उनके नाम पर ही रखा गया है। इसे  $\text{\AA}$  द्वारा प्रदर्शित करते हैं। एक सेंटीमीटर के दस लाखवें भाग को माइक्रॉन कहते हैं। इसे  $m$  द्वारा प्रदर्शित करते हैं। माइक्रॉन के एक हजारवें भाग को मिलीमाइक्रॉन कहते हैं, इसे  $mv$  से प्रदर्शित करते हैं।

$$1 \text{ cm} = 1 \times 10^8 \text{ \AA}$$

....

4000 से लेकर 7000 तक के तरंग दैर्घ्यों का अनुभव हमें प्रकाश के रूप में होता है।  $\text{\AA}$  तरंग दैर्घ्य वाला प्रकाश पीला लगता है। सोडियम की बर्नर ज्वाला में जलाने पर प्राप्त प्र अनुभव करते हैं।

अब तुम समझ सकते हो कि उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में दीखने वाली अनेकों रंग व ग्रेगाएँ ही विभिन्न आवृत्तियों व तरंग दैर्घ्यों को प्रदर्शित करती हैं। तुम्हें यह भी ज्ञात है कि तत्त्व  $T$  उत्सर्जन स्पेक्ट्रम में विशिष्ट तरंग दैर्घ्य व आवृत्ति को प्रदर्शित करने वाली रेखाएँ ही प्राप्त होंगे। ये ही तरंग दैर्घ्य व आवृत्ति इस तत्त्व के अवशोषण स्पेक्ट्रम वाली रेखाओं के रूप में दीख पड़ने अर्थात्, हम इन अवलोकनों को निम्न शब्दों में रख सकते हैं—

तत्त्व ऊर्जा का उत्सर्जन व अवशोषण विशिष्ट आवृत्तियों व तरंगदैर्घ्यों में ही करने में क्यों होता है ?

हम प्रश्न का उत्तर मैक्स प्लांक के विखण्डन सिद्धान्त में मिलता है। यह सिद्धान्त वैज्ञानिक मैक्स प्लांक ने 1901 में प्रतिपादित किया। यह सिद्धान्त उस समय के तरंग सिद्धांतान्तरकारी परिवर्तन से आया। पहले ऊर्जा अविरल अथवा गंतत (Continuous) मानी जा रही थी और यह कल्पना करना भी असम्भव था कि ऊर्जा भी छोटे-छोटे टुकड़ों में ही होती व दी जा सकती है। प्लांक महोदय के अनुसार ऊर्जा न तो अविरल रूप में दी जाती है और न ही अविरल रूप में दी जाती है। यह छोटे-छोटे भागों में बटी रहती है। इन भागों के लिए प्लांक महोदय ने नये शब्द "क्वान्टा" की रचना की क्योंकि ऊर्जा के टुकड़े या भागों को कल्पना करना कठिन है। वैज्ञानिक इनके लिए ऊर्जा के बख्कल शब्द भी व्यवहार में लाते हैं। क्वान्टा (क्वान्टों) में ऊर्जा के परिमाण को (समस्या के लिए इसे क्वान्टा या आधार भी कह दें) यहाँ हम दूसरे तो ऊर्जा के आधार की कल्पना नहीं करे जा सकते। प्लांक ने निम्न गर्भांतरण द्वारा दर्शाया :

$$E = E_1 - E_2 = h\nu$$

$$\dots\dots\dots (10.4)$$

इसमें  $h$  प्लांक का स्थिरांक रहता है। इसका मान अत्यन्त सूक्ष्म होता है,

$$h = 6.626 \times 10^{-34} \text{ जिन्से न्यूटन मीटर सेकण्ड, } \dots\dots\dots \text{ निश्चयन करने वाले निश्चिष्ट}$$

की आवृत्ति है।

उस सम्बन्ध से ज्ञात होता है कि ब्रान्डा वा आरार बिचरण की आवृत्ति के अनुसार छोटा या बड़ा होता है। हमारे शरीरों में, ब्रान्डा में ऊर्जा का मात्रा आवृत्ति के समानुपाती होती है। इसका अनुमान बिज 10.16 में ब्रान्डा के बिचरण आरारों से लगाया जा सकता है।

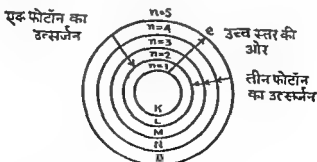
अब हम पुनः न्यूटन द्वारा निश्चित नरग दैर्घ्य (अनन्य निश्चित आवृत्ति भी) में ही ऊर्जा के उत्सर्जन व अवशोषण के विषय में विचार करते हैं। मॉडियम के उत्सर्जन स्पेक्ट्रम को ध्यानपूर्वक देखो। इसमें निश्चित नरगदैर्घ्य व आवृत्ति को प्रदर्शित करने वाली दो सीरीयें रेखाएँ हैं। इस आवृत्ति के लिए तदनुरूप ऊर्जा परिवर्तन एकाग्र समीकरण द्वारा ज्ञात किया जा सकता है। इसी प्रकार अन्य नरगों के लिए भी उनकी बिचिष्ट रेखाओं के तदनुरूप ऊर्जा परिवर्तन निश्चित है।

## 10.6 उत्सर्जन के समय तरंगों द्वारा निश्चित ऊर्जा परिवर्तन कैसे किया जाता होगा ?

इसका अनुमान डेनमार्क के एक भौतिक विज्ञानी युवक नील्स बोहर ने लगाया। ये इगर्गड में स्टारफोर्ड की प्रयोगशाला में मरायक मणितज्ञ के रूप में कार्य कर रहे थे। 1913 में उन्होंने स्टारफोर्ड के परमाणु स्वरूप तथा प्लांक के ब्रान्डम सिद्धान्त का समावेश करके परमाणु के ऐसे स्वरूप की कल्पना की जो बिज्ञान के इतिहास में पहली बार स्पेक्ट्रम की रचना को भी समझा सकती थी।

भौतिकी के पुराने नियमों में उत्तर नहीं मिलता था कि परमाणु में ऊर्जा के बिचिष्ट स्तर क्यों होने चाहिए। अतएव, बोहर ने यह माना कि भौतिकी के ज्ञात नियम परमाणु जैसे सूक्ष्म कण के लिए लागू नहीं होते। अतएव, उन्होंने परमाणु संरचना के लिए एक परम सिद्धान्त का प्रतिपादन किया।

यद्यपि ब्रान्डम परिवर्तनता की पुष्टि या सादृश्य के लिए भौतिकी में कोई उदाहरण नहीं था फिर भी इसे तुरन्त मान्यता मिल गई, क्योंकि यह स्पेक्ट्रम की रेखाओं के प्रायोगिक अवलोकनों का ठीक समझने में समर्थ था, अतएव इसमें उनके विषय में ठीक-ठीक भविष्यवाणी भी करना था।



चित्र 10.17 (अ)—ब्रान्डम मॉडल व ऊर्जा के स्तर





1911 के दशक में ही इलेक्ट्रॉनों की कक्षाएँ उनके विभिन्न ऊर्जा स्तरों में वितरण की संरचित स्थिति में हैं। यह परमाणु की संरचना स्पष्ट करने के लिए हमें ग्विनिथम में घन आवेश का ज्ञान की होना चाहिए।

ग्विनिथम में इलेक्ट्रॉनों की कक्षाओं के बने के अनुसार बटोरी जाने की संख्या आवश्यक है। आधुनिक इलेक्ट्रॉनिकी के अनुसार परमाणु सिद्धांत में ऊर्जा बंटने जाने के अनुसार ग्विनिथम में इलेक्ट्रॉनों का बंटने जाना गती माना जाता।

परमाणुओं में इलेक्ट्रॉनों की संख्या की संख्या के अधिन में जान की जा सकती है किन्तु ग्विनिथम में घन आवेश की संख्या जान किया जाय।

यह भी संभवता में संभवता में संभवता है कि परमाणु के अर्धे सम्पूर्ण रूप में उदासीन होने के कारण इलेक्ट्रॉनों की संख्या के समान ही घन आवेशों की संख्या उपस्थित होनी चाहिए। घन आवेशों के विषय में घन विषयों के अधिन में स्टर्फोर्ड ने 1911 में ज्ञात किया कि प्रत्येक परमाणु में एक या एक से अधिक घन आवेश युक्त कण उपस्थित रहते हैं। इन कणों का नाम उन्होंने प्रोटॉन (Proton) रखा। प्रोटॉन हाइड्रोजन का घन आवेश युक्त परमाणु ही होता है। यह इलेक्ट्रॉन में 1840 गुना भारी होता है।

**10.7** मोजे के नाम के अमेरिकी वैज्ञानिक (1913) ने लघु-विक्षेप के विवर्तन (Diffraction) के प्रयोग के आधार पर परमाणु के ग्विनिथम में उपस्थित घन आवेशों की इकाइयों के विषय में एक अन्य अत्यंत महत्वपूर्ण सम्बन्ध ग्राह्य किया कि यदि परमाणुओं की संख्या के अनुसार आरोही क्रम में लगाई जायें तो किसी भी परमाणु के ग्विनिथम पर आवेश की इकाइयों की संख्या आश्चर्यजनक रूप में बड़ी होती है जो उगता दस सारणी में संख्या होता है।

**हेनरी जी. जे. मोजेले**

(1887-1915—ब्रिटिश)

मोजेले एक प्रतिभाशाली युवा अमेरिकी थे। प्रथम विश्व युद्ध में ब्रिटिश सेना के गैसीपोली में उतरने के समय मोजेले काम आए उस समय उनकी आयु 28 वर्ष ही थी। उन्होंने आवर्त सारणी में परमाणु भार के स्थान पर एक दूसरा ही अधिक धारार्थ आधार प्रस्तावित किया। यह कहना बर्धन है कि यदि यह प्रतिभाशाली युवक अपनी पूरी आयु तक जीवित रहते तो इनकी क्या उपलब्धियाँ होतीं।



परमाणु संख्या	परमाणु का नाम	परमाणु का भार	परमाणु के न्युक्लिडस पर मौजले द्वारा एक्स-किरणों के विवर्तन से ज्ञात धन आवेश की इकाई
1.	हाइड्रोजन (H)	1.008	1
2.	हीलियम (He)	4.002	2
3.	लीथियम (Li)	6.93	3
4.	बैरीनियम (Be)	9.01	4
5.	बोरोन (B)	10.8	5
6.	कार्बन (C)	12.01	6
7.	नाइट्रोजन (N)	14.006	7
8.	ऑक्सीजन (O)	16.000	8
9.	फ्लोरीन (F)	19.00	9
10.	नियोन (Ne)	20.183	10
11.	सोडियम (Na)	22.997	11
12.	मैगनीशियम (Mg)	24.32	12
13.	एल्यूमिनियम (Al)	26.97	13
14.	सिलिकॉन (Si)	28.06	14
15.	फॉस्फोरस (P)	30.98	15
16.	सल्फर (S)	32.066	16
17.	क्लोरीन (Cl)	35.457	17
18.	आर्गन (Ar)	39.744	18
19.	पोटैशियम (K)	39.096	19
20.	कैल्शियम (Ca)	40.08	20

उपरोक्त गारण्ठी से स्पष्ट है कि न्यूक्लियम पर धन आवेश की दशाओं की संख्या परमाणु मध्य के बराबर होती है। यह भोजले नियम कहलाता है। न्यूक्लियम पर धन आवेश की दशाओं (प्रोटॉनों) की संख्या को परमाणु संख्या (Atomic Number) कहते हैं।













सह प्रॉसीजन के भार को मानक 16 000 मानकर दिये गए हैं। नई माप्यता के अनुसार वर्तन की मानक 12 000 मानकर परमाणु भारों की गणना की जाती है।

यहां पर एक सख्त समझना और रह जाना है कि प्रोटर्नों की संख्या क्या परमाणु भार में  
 होता प्रत्यक्ष क्यों है ? भार की दृष्टि में परमाणु का भार मुख्यतः प्रोटर्नों के कारण होता चाहिए ।  
 रदरफोर्ड ने इस समस्या में भी प्रयोगों द्वारा साबित किया कि व्यवस्थित में प्रोटर्नों की संख्या परमाणु  
 भार की समझ आती ही होती है जब परमाणु का भार प्रोटर्नों के अतिरिक्त और किम तक  
 है ? हमारे लिए रदरफोर्ड ने सन् 1920 में एक प्रयोग किया की व्यवस्थित की समझना प्रयोग की  
 शिफार भार प्रोटर्नों के कारण होता चाहिए परन्तु वह प्रयोग सचि होता चाहिए । 1931 में प्रयोग

चैटविन ने प्रयोगों द्वारा न्यूक्लियस में ऐसे आवेश रहित कणों की उपस्थिति सिद्ध की तथा इनका नाम न्यूट्रॉन (Neutron) रखा। अब यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि परमाणु या भार प्रोटॉनों के भार तथा न्यूट्रॉनों के योग के बराबर (नगभग) होता है।

उदाहरणार्थ—

न्यूक्लियस में न्यूक्लियस में  
परमाणु का भार = प्रोटॉनों की संख्या + न्यूट्रॉनों की संख्या  
(लगभग) 12 = 6 + 6  
अथवा वायुन का परमाणु भार = प्रोटॉनों का भार + न्यूट्रॉनों का भार  
अभी तक 105 तत्त्व ज्ञात हैं। उनमें से परमाणु भार के अनुसार पहले 20 तत्वों के

पहला कक्ष	1	2	2	2
दूसरा कक्ष	-	-	2	4
				
तत्व का नाम	H	He	Li	Be
प्रोटॉन की संख्या	p=1	p=2	p=3	p=4
न्यूट्रॉन की संख्या	n=1	n=2	n=3	n=5
परमाणुविक द्रव्यमान (A)(नगभग)			13	11
पहला कक्ष	2	2	2	2
दूसरा कक्ष	3	4	5	6
तीसरा कक्ष	-	-	-	-
				
तत्व का नाम	B	C	N	O
प्रोटॉन की संख्या	p=5	p=6	p=7	p=8
न्यूट्रॉन की संख्या	n=6	n=6	n=7	n=8
परमाणुविक द्रव्यमान (A)(नगभग)	10	10	10	14
पहला कक्ष	2	2	2	2
दूसरा कक्ष	7	8	8	8
तीसरा कक्ष	-	-	1	2
				
तत्व का नाम	F	Ne	Na	Mg
प्रोटॉन की संख्या	p=9	p=10	p=11	p=12
न्यूट्रॉन की संख्या	n=10	n=10	n=12	n=12
परमाणुविक द्रव्यमान (A)(नगभग)	19		19	16

पहला कक्ष	2	2	2	2
दूसरा कक्ष	8	8	8	8
तीसरा कक्ष	3	4	5	6
तत्व का नाम	Al	Si	P	S
प्रोटॉन की संख्या	$p=13$	$p=14$	$p=15$	$p=16$
न्यूट्रॉन की संख्या	$n=14$	$n=14$	$n=16$	$n=16$
परमाण्विक व्यास (Å)	1.4	1.3	1.28	1.28
(लगभग)				
पहला कक्ष	2	2	2	2
दूसरा कक्ष	8	8	8	8
तीसरा कक्ष	7	8	8	8
चौथा कक्ष	—	—	1	2
तत्व का नाम	Cl	Ar	K	Ca
प्रोटॉन की संख्या	$p=17$	$p=18$	$p=19$	$p=20$
न्यूट्रॉन की संख्या	$n=18, 20$	$n=22$	$n=21$	$n=20$
परमाण्विक व्यास (Å)	1.81		2.35	1.97

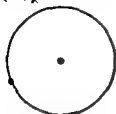
चित्र 10.18 (अ)-(ब)—20 तत्वों के परमाणु विन्यास

परमाणुओं का विन्यास चित्र 10.18 अ व ब में दर्शाया गया है। सारणी 10.1 को ध्यान पूर्वक देखने से तुम्हें एक अन्य प्रश्न सूझ सकता है कि न्यूक्लियस में प्रोटॉन व न्यूट्रॉन ही होते हैं। इनके भार पूर्ण इकाइयों में होते हैं तब परमाणु भारों में दशमलव भाग कहीं से आ जाता है? क्योंकि कक्षा परमाणु भार तो लगभग पूर्ण इकाई के निकट भी नहीं है ( $Cl = 35.457$ )। 1913 में अमरीकी वैज्ञानिक रिचर्ड ने विभिन्न तत्वों से प्राप्त लैंड के परमाणु भारों में भिन्नता पाई। इसी वर्ष आस्टन ने भी नियॉन के दो तमूने परमाणु भारों में भिन्न पाये। इन तथ्यों से आस्टन के परमाणु सिद्धान्त में मामूली परिवर्तन करना आवश्यक हो गया। इंग्लैण्ड के वैज्ञानिक सौडो ने एक ही तत्व के भिन्न-भिन्न परमाणुओं का नाम जिनके रासायनिक गुण समान हों किन्तु परमाणु संख्या भिन्न हों, आइसोटोप रखा।

न्यूक्लियस में उच्चस्थित न्यूट्रॉनों की संख्या में अंतर के कारण हमें आइसोटोप प्राप्त होते हैं। चित्र 10.19 (अ) व (ब) में हाइड्रोजन, कार्बन, ऑक्सीजन व क्लोरीन के आइसोटोप व इनके मूल निम्नलिखित की विधि दर्शाई गई है।

प्रकृति में पाई जाने वाली प्राक्सीजन, कार्बन, क्लोरीन, हाइड्रोजन, आदि के दो आइसोटोपों को मात्रा में निश्चित अनुपात देना है (चित्र 10.20)। जवॉगिन परमाणु भार इनके द्रव्य निश्चित गटन या औसत होता है।

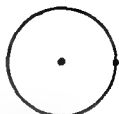
## आइसोटोप हाइड्रोजन



$H_1^1$   
प्रोटॉन = 1  
न्यूट्रॉन = 0

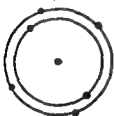


$H_2^2$   
प्रोटॉन = 1  
न्यूट्रॉन = 1

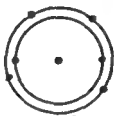


$H_3^3$   
प्रोटॉन = 1  
न्यूट्रॉन = 2

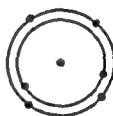
## कार्बन



$C_6^{12}$   
प्रोटॉन = 6  
न्यूट्रॉन = 6

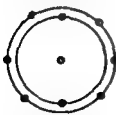


$C_6^{13}$   
प्रोटॉन = 6  
न्यूट्रॉन = 7



$C_6^{14}$   
प्रोटॉन = 6  
न्यूट्रॉन = 8

## ऑक्सीजन



$O_8^{16}$   
प्रोटॉन = 8  
न्यूट्रॉन = 8



$O_8^{17}$   
प्रोटॉन = 8  
न्यूट्रॉन = 9



$O_8^{18}$   
प्रोटॉन = 8  
न्यूट्रॉन = 10

## क्लोरीन

 $\text{Cl}_{17}^{35}$ 

प्रोटॉन = 17

न्यूट्रॉन = 18

 $\text{Cl}_{17}^{37}$ 

प्रोटॉन = 17

न्यूट्रॉन = 20

चित्र 10.19 (ब)

कार्बन के आइसोटोपों  $\text{C}^{12}$  तथा  $\text{C}^{13}$  का अनुपात जीव पदार्थों में निश्चित होता है तथा उनके भार और उनके अवशेषों में यह अनुपात समय के साथ बदलता रहता है। इस अनुपात की गणना से प्राचीन काल के अवशेषों की आयु ज्ञात की जाती है।

आइसोटोप रेडियोधर्मों भी होते हैं तथा इनको प्रयुक्त करके पौधों, जीवों तथा धातु सभी में होने वाली प्रतिक्रियाओं का अध्ययन किया जा सकता है।

हाइड्रोजन के आइसोटोप ड्यूटीरियम  $\text{D}^2$  के रासायनिक का उपयोग भारी जल के रूप में आणविक मट्टी में किया जाता है क्योंकि भारी जल में न्यूट्रॉन ग्रहण करने की अद्भुत क्षमता होती है।

## मुनरायलोकन

उच्च विभव व गुरुत्व दाब पर गैसों में विद्युत विमर्जन करने पर नैबोड व कैनास तिरणें प्राप्त होती हैं। जे. जे. टॉमसन ने इनके विवेक अध्ययन से ज्ञात किया कि बोर्ड भी गैस क्यों न लें, प्राण नैबोड किरणों की प्रकृति वही रहती है। यह कृष्ण आवेशित कणों से बनी होती है जिनको इलेक्ट्रॉन कहते हैं। इलेक्ट्रॉन पर एक कृष्ण इकाई विद्युत आवेश होता है तथा इसका भार हाइड्रोजन के एक परमाणु का  $1/1840$  वां भाग होता है। कैनास तिरणें धन आवेशित कणों से बनी होती हैं। विभिन्न रंगों में विद्युत विमर्जन से प्राप्त धन कणों का रंग विभिन्न होता है। हाइड्रोजन के परमाणु के भार के लगभग बराबर तथा एक इकाई धन आवेश वाले कणों को प्रोटॉन कहते हैं।

रेडियो-एक्टिव तत्वों की शोषक मंदन कणों व पीनर कणों द्वारा भी गर्म। रेडियो-एक्टिव पदार्थों में  $\alpha$ ,  $\beta$  व  $\gamma$  तिरणें प्राप्त होती हैं।  $\alpha$ -कणों धन आवेशित हीलियम के कणों

में बनो होती है।  $\beta$ -किरणों में इलेक्ट्रॉन ही होते हैं।  $\gamma$ -किरणों पर कोई आवेश नहीं होता। यह X-किरणों से भी अधिक तीव्रता युक्त होती है।

इन परिणामों के आधार पर 1910 में टॉमसन ने परमाणु को इलेक्ट्रॉनों व प्रोटॉनों से संरचित माना जिसमें धन आवेश की पृष्ठभूमि में स्थान-स्थान पर इलेक्ट्रॉन लगे हो। यह टॉमसन का 'प्लम-पुडिंग' मॉडल कहलाता है। इस प्रकार इस परमाणु संरचना से यह तो स्पष्ट हो जाता है कि कम दाब व उच्च विभव पर परमाणुओं में इलेक्ट्रॉन छूट कर अलग हो जाते हैं। कलरबल्टन ऋण व धन आवेशित कणों के द्वारा विद्युत परिचालन होने लगता है। किन्तु यह स्पष्ट नहीं हुआ कि धन व ऋण आवेश किस प्रकार बिना एक दूसरे को निरावेशित किये परमाणु में स्वतन्त्रतापूर्वक रह पाते हैं।

1911 में रदरफोर्ड ने  $\alpha$ -किरणों के सोने के पतले पत्रों में से गुजरने का अध्ययन करने पर परिणाम निकाला कि परमाणु का सारा भार व धन आवेश अत्यन्त सूक्ष्म व घने न्यूक्लियस के रूप में रहता है तथा इलेक्ट्रॉन इसके चारों ओर तीव्र गति से घूमते रहते हैं।

रदरफोर्ड द्वारा प्रस्तावित खोजने परमाणु को मानने में दो बठिनाइयाँ उपस्थित हुईं। एक तो यह कि धन आवेश के चारों ओर इलेक्ट्रॉनों के घूमने से विद्युत चुम्बकीय तरंगें उत्पन्न होनी चाहिए व इलेक्ट्रॉन धीरे-धीरे ऊर्जा खोकर न्यूक्लियस में खा जाना चाहिए अर्थात् परमाणु अस्थिर होना चाहिए। दूसरे, इस प्रकार ऊर्जा खोने से भूतल स्पेक्ट्रम होने चाहिए जबकि प्राप्त स्पेक्ट्रम रेखीय होते हैं।

नील्स बोहर नामक वैज्ञानिक ने 1913 में जर्मन वैज्ञानिक प्लांक के ऊर्जा के क्वाण्टम सिद्धांत के आधार पर परमाणु संरचना प्रस्तावित की। उन्होंने अवशोषण व उत्सर्जन स्पेक्ट्रमों से प्राप्त तरंगदैर्घ्यों को ध्यान में रखकर परमाणु में विभिन्न ऊर्जा स्तरों की गणनाएँ की जिन्हें K, L, M, N, व O स्तर कहा जाता है। इलेक्ट्रॉनों के इन विभिन्न ऊर्जा स्तरों में जाने-जाने के आधार पर हाइड्रोजन के स्पेक्ट्रमों को समझने में सफलता मिली किन्तु अन्य परमाणुओं के स्पेक्ट्रमों को समझने के लिए डी. ब्राम्ली द्वारा प्रतिपादित इलेक्ट्रॉनों की तरंग प्रकृति का समावेश आवश्यक है।

परमाणुओं के न्यूक्लियस धन आवेश की इकाइयाँ की गणना करने व इससे तत्वों को परमाणु भार के क्रम में रखने पर प्राप्त परमाणु संख्या का सम्बन्ध स्थापित करने का श्रेय मोज़ले नामक अंग्रेज वैज्ञानिक को है।

इसमें प्रोटॉन व इलेक्ट्रॉनों के अनिश्चित न्यूक्लियस में उदासीन कणों न्यूट्रॉनों की उपस्थिति का रदरफोर्ड का अनुमान भी पुष्ट हुआ तथा चैडविक ने 1932 में इन्हें खोज निकाला।

विभी तत्त्व के न्यूक्लियस में प्रोटॉनों की निश्चित संख्या रहती है। इनके साथ उपस्थित न्यूट्रॉनों की संख्या में विभिन्नता होने के कारण आइसोटोप प्राप्त होते हैं। जैसे हाइड्रोजन के दो आइसोटोप ड्यूटीरियम व ट्रिटियम हैं। इन्हें इस प्रकार प्रदर्शित किया जाता है  $H^1$ ,  $H^2$  व  $H^3$ । कार्बन के दो आइसोटोप  $C^{12}$  तथा  $C^{14}$  का अनुपात जीव पदार्थों में निश्चित होता है जो उनके मर जाने पर समय के साथ बदलता जाता है। इस अनुपात की गणना से अवशेषों की आयु ज्ञात की जाती है। रेडियोधर्मी आइसोटोपों का प्रयोग पौधों, जीवों व धातु कर्म आदि में होने वाली प्रक्रियाओं के अध्ययन के लिए किया जाता है।

अध्ययन प्रश्न

1. टॉमसन द्वारा प्रस्तावित परमाणु रचना में क्या कमियाँ थीं ?
2. किन तथ्यों के आधार पर रदरफोर्ड ने 'खोजने' परमाणु की प्रस्तावना की ?



3. रदरफोर्ड के  $\gamma$ -कणों वाले प्रयोग का वर्णन करो। उन्हें किस प्रकार के परिणाम अपेक्षित थे ? उन्हें प्राप्त परिणामों को देख कर इतना आश्चर्य क्यों हुआ ? उन्होंने इससे किस प्रकार परमाणु की टॉमसन परिकल्पना को परिवर्तित किया ?
4. रदरफोर्ड द्वारा प्रस्तावित परमाणु संरचना को नील्स बोहर द्वारा किस प्रकार परिष्कृत किया गया ? इनकी क्या भ्रान्तताएं थी ?
5. डी. श्रोमली द्वारा इलेक्ट्रॉन की तरंग प्रकृति के अनुमान को परमाणु संरचना के समझने के लिए समावेशित करना क्यों आवश्यक है ?
6. परमाणु संख्या का क्या महत्व है ? मोजले ने क्या प्रयोग किये ?
7. न्यूट्रॉन की न्यूक्लियस में उपस्थिति की संभावना क्यों अपेक्षित की गई थी ? इनकी उपस्थिति से आइसोटोप की रचना कैसे समझायी जा सकती है ?
8. बहुधा परमाणुओं के परमाणु भार पूर्ण इकाई क्यों नहीं होते ? कुछ परमाणुओं के रासायनिक गुण समान होते हुए भी उनके परमाणु भार में अन्तर क्यों होता है ? ऐसे परमाणुओं को क्या कहते हैं ? इनका क्या उपयोग है ?

#### अभ्यास प्रश्न

1. किसी तत्व के आइसोटोप में भिन्नता होती है :  
 (अ) उसके इलेक्ट्रॉन विन्यास में ।  
 (ब) उसके आयन में इलेक्ट्रॉन संख्या में ।  
 (स) उसकी द्रव्यमान संख्या में ।  
 (द) उसके नाभिक में न्यूट्रॉन की संख्या में ।  
 (इ) उसके नाभिक पर धन-आवेश में । ( )
2. निम्न इलेक्ट्रॉन विन्यास में से अधातु के लिए अत्यधिक विशेष है :  
 (अ) 2, 8, 1.  
 (ब) 2, 8, 2.  
 (स) 2, 8, 4.  
 (द) 2, 8, 6.  
 (इ) 2, 8, 7. ( )
3. (1) हीलियम (2) कार्बन व (3) ऑक्सीजन का इलेक्ट्रॉन विन्यास होता है :  
 (अ) (1) 2, (2) 2, 8, 4 (3) 2, 6  
 (ब) (1) 2, 8 (2) 2, 4 (3) 2, 8, 6.  
 (स) (1) 2, (2) 2, 8, 6 (3) 2, 6.  
 (द) (1) 2, (2) 2, 6 (3) 2, 4.  
 (इ) (1) 2, (2) 2, 4 (3) 2, 6 ( )
4. सोडियम आयन  $\text{Na}^+$  व नीओन परमाणु Ne का इलेक्ट्रॉन विन्यास समान है (2, 8) परन्तु रासायनिक दृष्टि से दोनों में अन्तर है क्योंकि  
 (अ) इनमें न्यूट्रॉन की संख्या भिन्न होती है ।  
 (ब) इनमें प्रोटॉन की संख्या भिन्न होती है ।

- (स) इनमे इलेक्ट्रॉन की संख्या भिन्न होती है ।  
 (द) इनके इलेक्ट्रॉन भिन्न-भिन्न कक्षाओं में रहते हैं ।  
 (इ) इनके परमाणु भार भिन्न हैं ।

( )

5. परमाणु रचना के तीन मूल कणों के नाम व वंचित आवेश है :

- (अ) इलेक्ट्रॉन,  $-1$ ; प्रोटॉन,  $+1$ , न्यूट्रॉन,  $+1$ .  
 (ब) इलेक्ट्रॉन,  $-1$ ; प्रोटॉन,  $0$ , न्यूट्रॉन,  $0$ .  
 (स) इलेक्ट्रॉन,  $+1$ ; प्रोटॉन,  $+1$ , न्यूट्रॉन,  $0$ .  
 (द) इलेक्ट्रॉन,  $-1$ , प्रोटॉन,  $+1$ , न्यूट्रॉन,  $0$ .  
 (इ) ऊपर के चारों में से कोई भी नहीं ।

( )

6. एक परमाणु के नाभिक से एक न्यूट्रॉन निष्कनना

- (अ) उम्र सत्त्व की परमाणु संख्या 1 बढ़ा देता है ।  
 (ब) परमाणु की द्रव्यमान संख्या 1 घटा देता है ।  
 (ग) नाभिक पर धन आवेश बढ़ा देता है ।  
 (द) एल्फा क्षीर कीटा कण निष्कनते है ।  
 (इ) होता ही नहीं ।

( )

7. इयूट्रोपियम (भारी हाइड्रोजन) का परमाणु माध्यम हाइड्रोजन (प्रोटियम) के परमाणु से भिन्न होता है क्योंकि उसके

- (अ) नाभिक में एक प्रोटॉन होता है ।  
 (ब) नाभिक में एक न्यूट्रॉन होता है ।  
 (ग) नाभिक के चारों ओर दो इलेक्ट्रॉन होते हैं ।  
 (द) साथ हाइड्रोजन के अन्य आइसोटोप भी होते हैं ।  
 (इ) कनने में प्रोटियम के दो नाभिक काम में आते हैं ।

( )

8.  $^{12}\text{C}$  से  $^{14}\text{C}$  परिवर्तन होने पर रचना में परिवर्तन होता है

- (अ) आयतन की परमाणु संख्या 1 बढ़ जाती है ।  
 (ब) नाभिक में एक अनिश्चित न्यूट्रॉन आ जाता है ।  
 (ग) आयतन के नाभिक में एक इलेक्ट्रॉन निष्कन जाता है ।  
 (द) आयतन से एक इलेक्ट्रॉन निष्कन जाता है ।  
 (इ) द्रव्यमान संख्या में 1 का परिवर्तन हो जाता है ।

( )

9. एक धातु के लिए यदि विशेष इलेक्ट्रॉनिक विन्यास है

- (अ) 2, 8, 8, 2 (ब) 2, 3  
 (ग) 2, 8, 4 (द) 2, 5, 7  
 (इ) 1.

( )

[उत्तर 1 (ग), 2 (द), 3 (इ), 4 (ब),  
 5 (द), 6 (ब), 7 (ब), 8 (द),  
 9. (अ)]

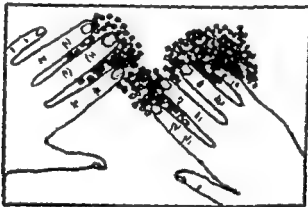
## परिशिष्ट

एवोर्गटो सख्या व अणुभार, तुल्यांकी भार, परमाणु भार, मोल इकाई, व परमाणु सरचना पर एक विहंगम दृष्टि ।

### (i) मोल इकाइयां

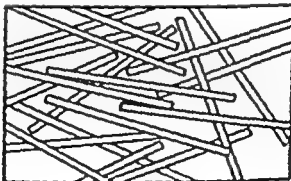
तुम देख सकते हो कि रसायनवेत्ता को अपने कार्य में हमेशा परमाणुओं की बहुत ही अधिक संख्या से काम पड़ता है । लेकिन यह जानना भी आवश्यक है कि उनको कितने परमाणुओं से काम पड़ रहा है । इनको गिनने का आसान तरीका तोलना है ।

यदि तुमको एक मरकटों की गोली की मात्रा मालूम हो तो एक हजार मरकटों की गोलीयों का गिनने की अपेक्षा तोल कर ज्ञात करना अधिक सरल रहेगा । (चित्र प. 1)



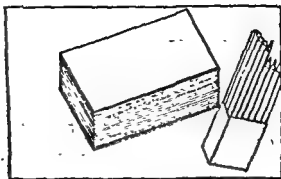
चित्र प. 1. गोली गिनने की अपेक्षा तोलना सरल है ।

तुम एक हजार छोटी वस्तुओं तक आसानी से तोल सकते हो । इस प्रकार से एक रसायनज्ञ परमाणुओं को गन्ना ज्ञात कर सकता है ।



चित्र प. 2. 24 बैलिष्ठ के अणुओं पर दो दर्जन बैलिष्ठ करने प ।

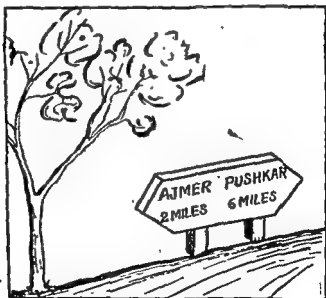
जब हमें बहुत अधिक मात्रा में छोटी-छोटी वस्तुओं का मापन करना होता है, तब हम बहुधा उनके गिनने में इकाइयों का प्रयोग करते हैं। (चित्र प. 2 व 3)



चित्र प. 3 500 शीट कागज के स्थान पर एक रीम कागज कहना सरल है।

हम बजाय 24 पैगिल कहने के दो दर्जन पैगिल कहते हैं। हम बजाय 500 शीट (Sheet) कहने के एक रीम (Ream) कागज कहते हैं।

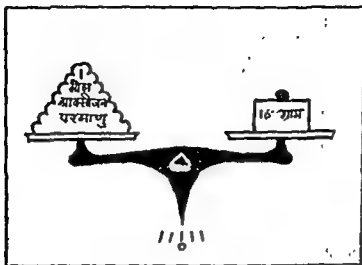
हम बजाय 10,560 फीट कहने के 2 मील कहते हैं। (चित्र प 4)



चित्र प. 4 10,560 फीट के स्थान पर 2 मील कहते हैं।

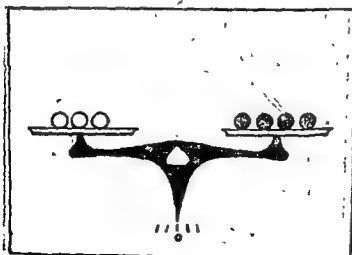
गणितज्ञों ने कुछ द्वांद्वीय मान ली हैं जिनसे द्वाग के बह्वच्य अथ व परमाणुओं का

मापन करते हैं, इस इकाई को "मोल" कहते हैं। कुछ क्षणों के लिए हम इस पर ध्यान नहीं देंगे कि एक मोल (mole) में कितने परमाणु होते हैं लेकिन एक मोल (mole) में परमाणुओं की संख्या को इस प्रकार से चुना कि ऑक्सीजन के परमाणुओं के एक मोल का भार ठीक 16.00 ग्राम हो। (चित्र प. 5)



चित्र प. 5. ऑक्सीजन के एक मोल परमाणु का भार 16 ग्राम है।

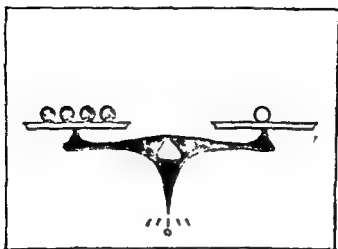
कार्बन के परमाणु ऑक्सीजन के परमाणुओं से लगभग  $\frac{3}{8}$  गुना भारी होते हैं। इसलिए कार्बन के परमाणुओं के एक मोल का भार लगभग  $\frac{3}{8} \times 16$  या 12 ग्राम है। (चित्र प. 6)



चित्र प. 6. कार्बन के एक मोल परमाणु ऑक्सीजन से  $\frac{3}{8}$  गुना भारी हैं।

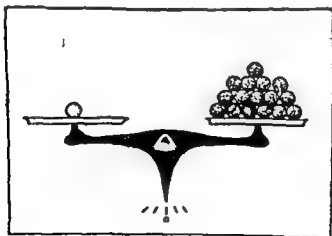
हीलियम के परमाणु आक्सीजन के परमाणुओं से  $\frac{1}{4}$  गुना भारी होते हैं। इसलिए हीलियम

के  $\frac{1}{16}$  भाग के एक मोल का भार  $\frac{1}{16} \times 16 = 1.00$  ग्राम है (चित्र पृ. 7)।



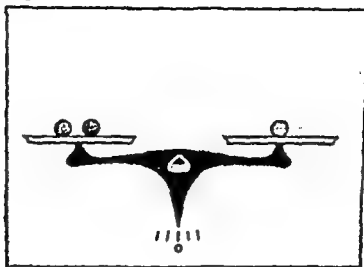
चित्र पृ. 7—हीलियम के एक मोल परमाणु ऑक्सीजन से  $\frac{1}{16}$  गुना भारी हैं।

हाइड्रोजन के परमाणु ऑक्सीजन के परमाणुओं से लगभग  $\frac{1}{16}$  गुना भारी होते हैं। इसलिए हाइड्रोजन के परमाणुओं के एक मोल का भार लगभग  $\frac{1}{16} \times 16$  या 1.00 ग्राम है।



चित्र पृ. 8. हाइड्रोजन के परमाणु ऑक्सीजन से  $\frac{1}{16}$  गुना भारी हैं।

एक मोल के परमाणु ऑक्सीजन के परमाणुओं में लगभग दुगने भारी है । इसलिए एकर के परमाणुओं के एक मोल का भार लगभग  $2 \times 16$  या 32 ग्राम है । (चित्र प. 9)



चित्र प. 9 गंधक के परमाणु ऑक्सीजन से दो गुना भारी हैं ।

अतः किसी परमाणु के एक मोल का भार ग्राम में उती परमाणु के परमाणु भार के बराबर होता है ।

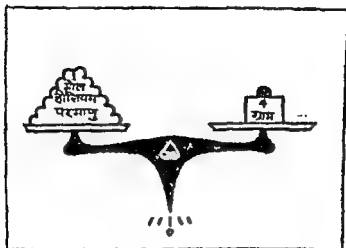
परमाणु	परमाणु भार इकाई	ग्राम परमाणु भार
ऑक्सीजन	16.00	16.00
कार्बन	12.011	12.011
हीलियम	4.003	4.003
हाइड्रोजन	1.008	1.008
गंधक	32.066	32.066

यह इसलिए होता है कि हम मोल में परमाणुओं की संख्या को मानते हैं । इसलिए ऑक्सीजन के परमाणु के एक मोल का सही भार 16 ग्राम होता है । ऑक्सीजन का परमाणु भार 16 होता है, इसलिए ऑक्सीजन अन्य परमाणुओं के लिए मानक भार (reference weight) समझा जाता है ।\*

\* अधिक शुद्ध गणनाओं के लिए वैज्ञानिकों ने आजकल कार्बन के स्थान पर परमाणु के भार को 12 प. भा. इकाई माना है ।

हीलियम का एक परमाणु ऑक्सीजन के परमाणु का लगभग  $\frac{1}{4}$  भाग है। इसलिए हीलियम का परमाणु भार लगभग  $\frac{1}{4} \times 16$  या 4 परमाणु भार इकाई हुआ (चित्र प. 7)।

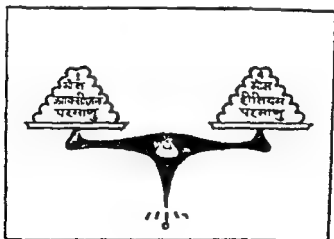
अतः एक मोल हीलियम परमाणुओं का भार लगभग ऑक्सीजन के एक मोल परमाणुओं के भार का  $\frac{1}{4}$  होता है (चित्र प. 10)।



चित्र प. 10 एक मोल हीलियम ऑक्सीजन के एक मोल का  $\frac{1}{4}$  भाग होता है।

और एक मोल ऑक्सीजन के परमाणुओं का भार 16 ग्राम होता है। अर्थात् ऑक्सीजन के  $\frac{1}{4}$  परमाणु भार के बराबर होता है।

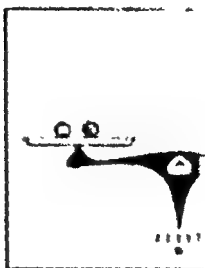
इसलिए एक मोल हीलियम परमाणुओं का भार लगभग  $\frac{1}{4} \times 16$  या 4 ग्राम हुआ जो हीलियम के परमाणु भार के बराबर ही है। (चित्र प. 11)



चित्र प. 11, एक मोल हीलियम का भार 4 ग्राम होता है।



परास्त्र के ००१०० ग्रामि-वस्तु के १०००० ग्राम के  
 परास्त्र के ००००० ग्राम के ०००००० ग्राम के १००००००



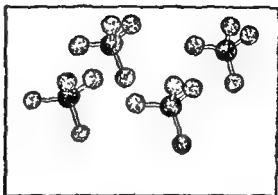
चित्र ७०. परास्त्र के ०००००० ग्राम के

यह चित्र परास्त्र के ०००००० ग्राम के ०००००००  
 ग्राम के ०००००००० ग्राम के ०००००००००

परास्त्र	परास्त्र के ०००००००
०००००००	१०००
०००००	१००००
००००००	१०००००
०००००००	१००००००
००००००००	१०००००००
०००००००००	१००००००००

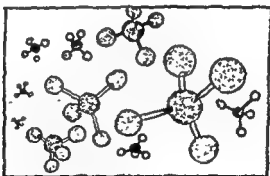
यह चित्र परास्त्र के ००००००० ग्राम के ००००००००  
 ग्राम के ००००००००० ग्राम के ००००००००००  
 ग्राम के ००००००००००० ग्राम के ०००००००००००  
 ग्राम के ००००००००००००० ग्राम के ०००००००००००००

मीथेन के चार अणुओं में कार्बन के चार परमाणु तथा हाइड्रोजन के सोलह परमाणु होते हैं (चित्र प. 14) ।



चित्र प. 14 मीथेन के 4 अणुओं में 4 परमाणु कार्बन के व 16 परमाणु हाइड्रोजन के होते हैं ।

मीथेन के एक मोल में कार्बन के परमाणु का एक मोल तथा हाइड्रोजन के परमाणु के चार मोल होते हैं (चित्र प. 15) ।



चित्र प. 15. मीथेन के एक मोल में कार्बन के एक मोल परमाणु व हाइड्रोजन के 4 मोल परमाणु होने हैं ।

कार्बन हाइड्रॉक्साइड के एक मोल का घाम में भार क्या होता—

जबकि  $C = 12$  परमाणु भार इकाई

$O = 16$  परमाणु भार इकाई

कार्बन हाइड्रॉक्साइड के एक अणु में कार्बन का एक परमाणु (परमाणु भार लक्ष्य 12) तथा ऑक्सीजन के दो परमाणु होते हैं (परमाणु भार 16) तो उसका अणु भार होगा—

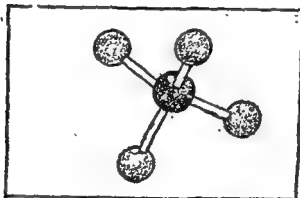
आओ दुहरा सें कि—

किसी भी तत्त्व के एक मोल परमाणुओं का भार ग्रामों में लिखते हैं, जो कि संख्या में उस तत्त्व के परमाणु भार के बराबर होता है। एक मोल में उपस्थित परमाणुओं की संख्या प्रत्येक तत्त्व के परमाणुओं के लिए समान होती है जिसे सही-सही मापा जा सकता है। यह  $6.02 \times 10^{23}$  के बराबर होती है। इसी संख्या को  $6.02 \times 10^{23}$  'एवोगैड्रो संख्या' कहते हैं।

अणुओं को भी मोल में मापा जाता है। मीथेन का अणुभार परमाणु भार इकाई है तथा एक मोल मीथेन का भार 16 ग्राम होगा।

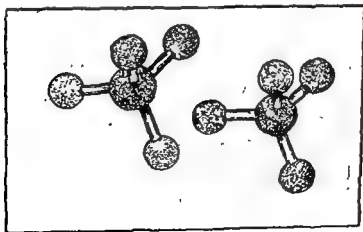
देखें—मीथेन के एक मोल में हाइड्रोजन तथा कार्बन के परमाणुओं के कितने मोल हैं।

मीथेन के एक अणु में कार्बन का एक परमाणु तथा हाइड्रोजन के चार परमाणु होते हैं (चित्र प. 12)।



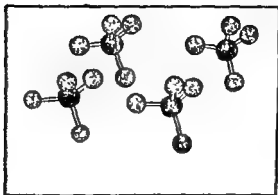
चित्र प. 12. मीथेन के एक अणु में 1 कार्बन, व 4 हाइड्रोजन के परमाणु होते हैं।

मीथेन के दो अणुओं में कार्बन के दो परमाणु तथा हाइड्रोजन के आठ परमाणु होते हैं (चित्र प. 13)।



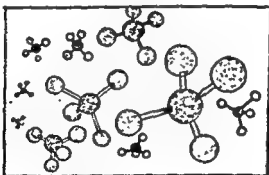
चित्र प. 13. मीथेन के दो अणुओं में कार्बन के 2 परमाणु व हाइड्रोजन के 8 परमाणु होते हैं।

मीथेन के चार अणुओं में कार्बन के चार परमाणु तथा हाइड्रोजन के सोलह परमाणु होते हैं (चित्र प. 14) ।



चित्र प. 14 मीथेन के 4 अणुओं में 4 परमाणु कार्बन के  
व 16 परमाणु हाइड्रोजन के होते हैं ।

मीथेन के एक मोल में कार्बन के परमाणु का एक मोल तथा हाइड्रोजन के परमाणु के चार मोल होते हैं (चित्र प. 15) ।



चित्र प. 15 मीथेन के एक मोल में कार्बन के एक मोल  
परमाणु व हाइड्रोजन के 4 मोल परमाणु होते हैं ।

कार्बन ट्राइऑक्साइड के एक मोल का द्राम में चार बरा होंगे:—

जबकि  $C = 12$  परमाणु भार इकाई

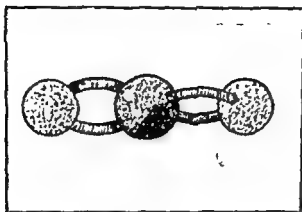
$O = 16$  परमाणु भार इकाई

कार्बन ट्राइऑक्साइड के एक अणु में कार्बन का एक परमाणु (परमाणु भार 12)

तथा ऑक्सीजन में दो परमाणु होते हैं (परमाणु भार 16) से उसका अणु भार होगा—

$$12 + 32 \quad \text{अथवा} \quad 12 + 16 + 16 = 44$$

अतः कार्बन डाइऑक्साइड के एक मोल का भार 44 ग्राम होगा (चित्र प. 16) ।

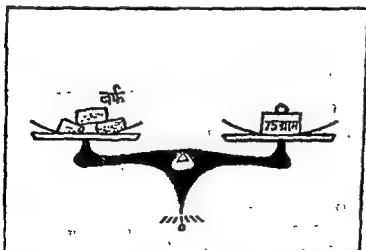


चित्र प. 16. इसी प्रकार कार्बन डाइऑक्साइड के एक मोल का भार 44 ग्राम होगा ।

कार्बन डाइऑक्साइड के एक मोल के अन्दर कार्बन परमाणु के कितने मोल तथा ऑक्सीजन परमाणु के कितने मोल होते हैं ?

कार्बन डाइऑक्साइड के प्रत्येक अणु में एक कार्बन परमाणु तथा दो ऑक्सीजन परमाणु होते हैं । अतः कार्बन डाइऑक्साइड के प्रत्येक मोल में कार्बन परमाणु का एक-मोल और ऑक्सीजन परमाणु के दो मोल होंगे ।

यहाँ 75 ग्राम बर्फ है, इसमें पानी के कितने मोल होंगे, जबकि  $H=1$  इकाई परमाणु भार है ?



चित्र प. 17 75 ग्राम बर्फ में मोल की संख्या ।

अब अपने उत्तर की जांच करो

पानी का अणुभार  $1.0 + 1.0 + 16.0 = 18.0$  इकाई परमाणु भार है। इसलिए पानी के एक मोल का भार 18 ग्राम हुआ और 75 ग्राम पानी में  $75/18 = 4.2$  मोल हुए।

पानी के अणुभार का कितना प्रतिशत हाइड्रोजन परमाणुओं के कारण है और कितना प्रतिशत ऑक्सीजन परमाणुओं के कारण है?

अब अपने उत्तर की जांच करो :

इस प्रकार हाइड्रोजन परमाणु जल के  $2/18$  अणुभार की गणना करते हैं। अतएव, जल  $H_2O$  में हाइड्रोजन की प्रतिशत  $2/18 \times 100 = 11.1$  हुई। 75 ग्राम पानी में कितने ग्राम हाइड्रोजन तथा कितने ग्राम ऑक्सीजन होगी ?

अपने उत्तर की जांच करो :

जल  $H_2O$  में हाइड्रोजन होती है 11.1%

75 ग्राम जल में हाइड्रोजन होगी  $\frac{11.1 \times 75}{100} = 8.3$  ग्राम

जल में ऑक्सीजन होती है 88.9%

75 ग्राम जल में ऑक्सीजन होगी  $\frac{88.9 \times 75}{100} = 66.7$  ग्राम

यह याद रखो—

- (1) रसायनवेत्ता का काम परमाणुओं और अणुओं से पढ़ता है।
  - (2) इन्हें गिनने का सबसे सरल उपाय तोलना है।
  - (3) परमाणुओं तथा अणुओं को गिनने के लिए काम में ली जाने वाली इकाई "मोल" कहलाती है। ठीक उसी प्रकार जैसे कागज को गिनने के लिए "रीम" या पैतियों को गिनने के लिए "दर्जन"।
  - (4) एक मोल में अणुओं या परमाणुओं की संख्या इस प्रकार चुनी गई है कि ऑक्सीजन के एक "मोल" परमाणुओं का भार पूरा-पूरा 16 ग्राम होता है। यह संख्या एवोगैड्रो संख्या कहलाती है। यह है  $6.02 \times 10^{23}$ ।
  - (5) एक "मोल" परमाणुओं का भार संख्या में उनके परमाणु भार के तथा एक "मोल" अणुओं का भार उनके आवधिक भार के बराबर होता है।
- (ii) ग्लूट्रॉन, प्रोटॉन, परमाणु संख्या, परमाणु भार, तुल्यांकी भार, संयोजकता के परस्पर सम्बन्ध

यहाँ तकनित चित्र शृंखला (अ) में अनेक तत्वों के परमाणु भार की परमाणु भार इकाइयों में प्रदर्शित किया गया है।

क्लोरीन के परमाणु भार को चित्र द्वारा परमाणु भार इकाइयों में प्रदर्शित करो।









- (iii) चित्र शृंखला (ब) में कुछ तत्वों के परमाणु भार, परमाणु रचना, मयोदरना व तुल्यांकी भार सापेक्षता दर्शाए गए हैं।

क्लोरीन के लिए ऐसे चित्र बनाकर उपरोक्त राशियाँ दर्शाओ।









चित्र शृंखला (अ)—परमाणु भारों को परमाणु-भार इकाइयो में प्रदर्शित किया गया है

संयोजकता	गुल्फकी भार	परमाणु भार	1 अणु
4	3	8	मीथेन <chem>CH4</chem>
3	4½	17	अमोनिया <chem>NH3</chem>
2	8	18	जल <chem>H2O</chem>
1	19	20	हाइड्रोजन फ्लोराइड <chem>HF</chem>
3	9	77	एलुमिनियम क्लोराइड <chem>AlCl3</chem>
4	7	60	मिलिकन ग्रह आक्साइड <chem>SiO2</chem>
1	39	56	कालिक पोटाश <chem>KOH</chem>
2	20	40	कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड <chem>Ca(OH)2</chem>

	ह.प.सं.	ह.प.सं.	ह.प.सं.	ह.प.सं.	ह.प.सं.	ह.प.सं.	ह.प.सं.
CARBON	6	6	8	12			
NITROGEN	7	7	7	14			
OXYGEN	8	8	8	16			
FLUORINE	9	10	9	19			
ALUMINIUM	13	14	13	27			
SILICON	14	14	14	28			
POTASSIUM	19	20	19	39			
CALCIUM	20	20	20	40			



(iv) चित्र शृंखला (स) में कुछ तत्वों व मूलकों के तुल्यांकी भार दर्शाए गए हैं—  
फॉस्फेट मूलक के लिए ऐसा चित्र बनाओ और तुल्यांकी भार ज्ञात करो।

मूलक	भार	संयोजकता	तुल्यांकी भार	मूलक	भार	संयोजकता	तुल्यांकी भार
क्लोराइड 	35.5	1	35.5	सल्फेट 	96	2	48
हाइड्रोक्सीजन 	17	1	17	कार्बोनेट 	60	2	30
नाइट्रेट 	62	1	62	अमोनियम 	18	1	18

### तुल्यांकी भार



जल का अणु

2 ग्राम हाइड्रोजन 16 ग्राम  
ऑक्सीजन से संयुक्त होता है  
1 ग्राम हाइड्रोजन का तुल्य  
8 ग्राम ऑक्सीजन, ऑक्सीजन  
का तुल्यांकी भार = 8



हाइड्रोक्सील ग्रुप  
जल का अणु

हाइड्रोक्सील ग्रुप का  
तुल्यांकी भार = 17



क्लोरीन का तुल्यांकी  
भार = 35.5

हाइड्रोजन क्लोराइड  
का अणु



नाइट्रेट मूलक का तुल्यांकी  
भार = 62

नाइट्रिक अम्ल  
का अणु












मैगनीशियम का तुल्यांकी  
भार = 12

मैगनीशियम क्लोराइड  
का अणु

चित्र शृंखला (स)—बाहरी  
वलय में इलेक्ट्रॉनों की संख्या 8  
होने पर तत्पक्ष निष्क्रिय हो जाते  
हैं जैसे आरगन। क्या अन्य तत्पक्ष  
इलेक्ट्रॉन ले या देकर बाहरी  
वलय में इलेक्ट्रॉनों की संख्या 8  
करने का प्रयत्न करते हैं ?

$H_2S$ ,  $CO_2$  तथा  $SO_2$  के अणुओं के चित्र बनाकर उनके तुल्यतांकी मान ज्ञात करो ।

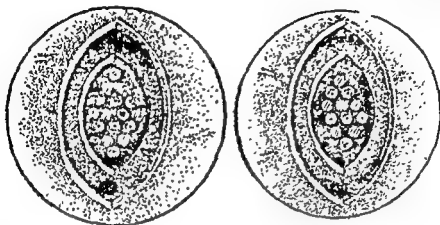
- (v) चित्र मृदुलता (द) में कुछ योगिकों के अणुभार प्रदर्शित किए गए हैं । इनमें देखकर वैन्डरवाल्स बॉन्ड व कार्बन डाइऑक्साइड के अणुभार लिखो अणुओं के चित्र बनाओ ।

अणु भार		
		
परमाणु लोह	परमाणु गंधक $Fe + S = FeS$	आयरन सल्फाइड अणु
		
लोहे की छीलन	गंधक	आयरनसल्फाइड
55.8 ग्राम +	32 ग्राम =	87.8 ग्राम
	1 परमाणु ऑक्सीजन = 16	
	2 परमाणु हाइड्रोजन = 2	
जल का अणु	जल का अणु भार = 18	
	1 परमाणु सीडियम = 23	
	1 परमाणु ऑक्सीजन = 16	
	1 परमाणु हाइड्रोजन = 1	
कार्बिक सोडा का अणु	कार्बिक सोडा का अणु भार = 40	
	2 परमाणु हाइड्रोजन = 2	
	1 परमाणु गंधक = 32	
	4 परमाणु ऑक्सीजन = 64	
सल्फ्यूरिक अम्ल का अणु	सल्फ्यूरिक अम्ल का अणु भार = 98	

चित्र मृदुलता (द)—कुछ योगिकों के अणुभार

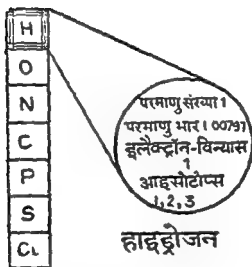
- (vi) चित्र मृदुलता (घ) में कुछ परमाणुओं की संरचनाएं दर्शाई गई हैं । (स्ट्रुक्चरल फार्मूला में उपस्थित कणों को स्पष्टता से दर्शाने के लिए बड़ा करके प्रदर्शित किया गया है ।) इनमें कणों के दो रंग रखकर दो प्रकार के बण दर्शाए गए हैं । इनके नाम बताओ ? यह मानकर कि सफेद बण आवेशित बण हैं, इन कणों की संख्या गिनकर इन तत्वों के परमाणु भार व परमाणु संख्याएं ज्ञात करो । आवेशित बण का क्या नाम होता है ? इनका आवेश ऋण है या धन ? इन चित्रों में ऋण आवेश बाने

कण कहां-कहां प्रदर्शित हैं ? उनका नाम क्या है, प्रत्येक चित्र में इनकी संख्या की गणना करो व बतलाओ कि क्या चित्र में इनकी प्रदर्शित संख्या ठीक है ?



चित्र शृंखला (घ)—कुछ परमाणुओं की संरचना न्यूक्लियस में  
उपस्थित कणों की स्पष्टता दिखाते हुए ।

## हाइड्रोजन



### 11.1 हाइड्रोजन की खोज की रोचक कहानी

यों तो हाइड्रोजन की खोज का श्रेय हैनरी कैवेंडिश (1766) को दिया जाता है पर इससे भी लगभग छह सौ वर्ष पूर्व, ग्रीस की शताब्दी में पैराक्लेटस नाम के वैज्ञानिक ने देखा कि जल में लोहा डालने से दही सीव गति में वायु निकलती है। पैराक्लेटस ने इस की व्याख्या कि यह गैस उदासीन होती है। छह सौ साल तक इस विद्या की ओर किसी का ध्यान न गया जब 1765 में कैवेंडिश ने इस गैस की खोज की और पाया कि जब अथवा लोहे को मध्यस्थित करके हाइड्रोजन गैस जल में बिना बरतने पर एक रंग निकलती है। उन्होंने इसका विवरण अत्यन्त विस्तार और इसे 'इन्फ्लेमबल एयर' (Inflammable Air) का नाम दिया क्योंकि यह रंग अत्यन्त ज्वलनशील है। कैवेंडिश का यह अनुमान था कि उन्होंने इस विद्या में परोक्षतः ही खोज कर ली है। यह कैवेंडिश की खोज थी।

की धोज में ज्वननशीलता का सत्य मामने आया और लैवोशिये ने इस गैस का नाम "हाइड्रोजन" रखा जिसका अर्थ होता है "जल बनाने वाला पदार्थ" क्योंकि हाइड्रोजन वायु में जल कर जल बनाती है।

### हेनरी कैवेंडिश (1731-1610—ब्रिटिश)

कैवेंडिश शर्मिले, सनकी और धनवान पुरुष थे, जिनके घरे में यह कहा जाता है कि "अस्सी वर्ष तक जीवित रहने पर भी उन्होंने केवल कुछ एक शब्द ही सम्पूर्ण जीवन में बोहराये होंगे।" उन्होंने हाइड्रोजन, जल एवं कार्बन डाइ-ऑक्साइड पर उत्कृष्ट कार्य किया। इसके साथ-साथ उन्होंने विद्युत एवं ऊष्मा वर भी शोध कार्य किया जो उनके जीवन में प्रकाशित नहीं हो सका। प्रसिद्ध कैवेंडिश भौतिक प्रयोगशाला, कैंब्रिज का यह नाम उनके सम्मान में रखा गया। जे. जे. टॉमसन, रदरफोर्ड और अन्य वैज्ञानिकों ने इस प्रयोगशाला में कार्य किया और उनके आविष्कारों ने कैवेंडिश के नाम की ओर अधिक सम्मानित किया।



## 11.2 हाइड्रोजन प्रकृति में किन-किन रूपों में उपस्थित है ?

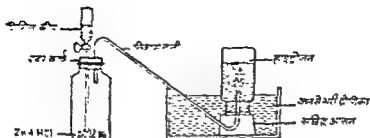
मुख्य अवस्था में हाइड्रोजन अल्प मात्रा में वायुमण्डल में पाई जाती है। इसके अतिरिक्त ज्वालामुखी में निकलने वाली गैसों व प्राकृतिक गैसों व में भी हाइड्रोजन स्वतन्त्र अवस्था में होती है। सूर्य से निकलने वाली ज्वालाएं हाइड्रोजन का बड़ा भण्डार हैं। यह हाइड्रोजन अन्तरिक्ष में सूर्य से लगभग डेढ़ लाख किलोमीटर तक फैली हुई पाई गई है।

जल हाइड्रोजन का संयुक्त अवस्था में पाया जाने वाला प्रमुख यौगिक है। जीव एवं वनस्पतिक पदार्थों में हाइड्रोजन व्याप्त है। लकड़ी, शक्कर, पैट्रोलियम, अमोनिया, आदि पदार्थों में मुख्यतः हाइड्रोजन होती है। अम्ल व क्षार भी हाइड्रोजन के यौगिक हैं।

## 11.3 प्रयोगशाला में हाइड्रोजन कैसे बनाते हैं ?

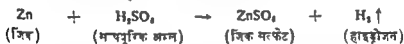
प्रयोगशाला में हाइड्रोजन बनाने के लिए कैवेंडिश का मूल प्रयोग ही काम में लेते हैं। जिन 11.1 के अनुसार एक फ्लास्क में दानेदार (granulated) जिंक लेते हैं। इस फ्लास्क में दो छेद वाला कॉर्क लगा होता है (अथवा बल्ब बोतल प्रयोग में ला सकते हैं)। एक छेद में घिसिल कीप लगा कर उससे तनु सल्फ्यूरिक अम्ल डालते हैं तथा दूसरे छेद से निकास नली लगाकर उसे जल में द्रोणिका के अन्दर से निकास कर रख लेते हैं। द्रोणिका से गैस के कुछ बुलबुले निकलने देते हैं जिससे जो गैस हम आगे एकत्र करने जा रहे हैं वह फ्लास्क की सारी वायु को विस्थापित कर दे और शुद्ध

होती है। इसके वाष्पों को जल में घोलकर गैस जार प्रोविका में वीहाइड्रोजन गैस पर प्रयोग करने के लिये प्रयोगशाला में जल में रंग एकत्र कर लेने है।

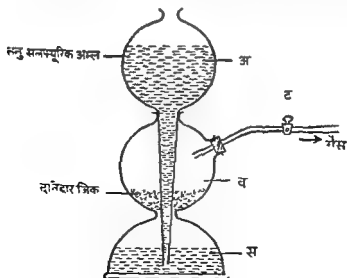


चित्र 11.1—प्रयोगशाला में हाइड्रोजन बनाना

साधारणिक अम्ल हाइड्रोजन, सल्फ्यूर एस ऑक्सीजन का योगिक है  $H_2SO_4$ । इसमें जिंक, हाइड्रोजन को विस्थापित कर देता है जो गैस के रूप में निवृत्त जाती है और पचास्क में जिंक सल्फेट बन जाता है जो पानी में विलेय है।



इसी प्रकार कुछ किसी भी अम्ल को कुछ धातुओं में प्रिया कराकर हाइड्रोजन गैस बना सकते हैं। यह देखा गया है कि शुद्ध जिंक की प्रिया मन्द होती है। पर अशुद्ध जिंक से तीव्र प्रिया होकर मन्द हाइड्रोजन निवृत्त लगती है। यहाँ पर जिंक की अशुद्धि एक उत्प्रेरक का कार्य करती है।



चित्र 11.2—प्रिया का उपकरण

हाइड्रोजन के विभिन्न संयोजन के लिए किए गए उपकरण (Kipp's Apparatus) का प्रयोग किया जाता है (चित्र 11.2)। इस उपकरण में तीन बल्ब होते हैं (म, क और ग) जिसमें क और ग लवण और क अम्ल में भरे रहते हैं। क बल्ब में साधारण जल के टुकड़े रहते हैं और क बल्ब में तनु गैसीय अम्ल अथवा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल रहते हैं जो सीधा ग बल्ब में आ जाता है। है। जब क बल्ब में भरी होती है (ए) तो दोनों गैसों अम्ल के बाल में घुलने से वायु निकलती है और अम्ल क बल्ब में जाता है और इस प्रकार अम्ल और जल में चला होकर हीम बाहर आ जाता है। जब हीम का प्रयोग नहीं करना होता तो टॉपी को परत कर देते हैं। इससे क बल्ब में गैस का दाब बढ़ जाता है और अम्ल क बल्ब में आ जाता है। इस प्रकार अम्ल और जल का सम्पर्क छूट जाने से हीम का बहना बन्द हो जाता है। इस प्रकार अपनी इच्छानुसार हाइड्रोजन हीम की नियंत्रण सम्पादनी जा सकती है।

#### 11.4 प्रयोगशाला में हाइड्रोजन बनाने समय सावधानियां रखना आवश्यक है

हाइड्रोजन के शुद्धी का आचरण करने समय कुछ ध्यान देने कि यह एक ज्वलनशील पदार्थ है और वायु में मिलकर एक विस्फोटक मिश्रण बनाती है। इस कारण में गैस बनाने समय अनिवार्य रूप से सावधानियां लेनी चाहिए। कुछ सावधानियां नीचे दी जा रही हैं:

1. निर्माण की अवस्था में इसी तरह जिसमें गैस छपने से बाहर नहीं निकले। इससे अनिश्चित निष्पत्ति नहीं कीर के बोझा हो बाहर निकली हो जिसमें प्लास्म में मारी वायु विस्फोटित कर केवल हाइड्रोजन ही निष्पत्ति नहीं से बाहर निकले।
2. गारा उत्पन्न वायुमयी (Air-tight) होना चाहिए जिसमें गैस बाहर न निकले।
3. प्रयोग के पाग अग्नि अथवा खुली ग्लास नहीं होनी चाहिए क्योंकि हाइड्रोजन वायु की ऑक्सीजन में मिलकर जलने पर विस्फोट कर सकती है।
4. शुद्ध जल से जलवा हकी होगी और कम गैस प्राप्त होगी।
5. पताका में पहले थोड़ा पानी से में और फिर बाद में तनु अम्ल डालें। ऐसा करने में क्रिया अनिवार्य नहीं होगी और छोटे-छोटे प्लास्म की सारी वायु आसानी से निकल जायेगी।

#### 11.5 प्रयोगशाला में बनी हाइड्रोजन की शुद्धी कैसे करें ?

जिक और तनु सल्फ्यूरिक अम्ल से प्राप्त हाइड्रोजन अशुद्ध होती है। प्रमुख अशुद्धियाँ ये हैं। आर्सेन ( $AsH_3$ ), फॉस्फीन ( $PH_3$ ), हाइड्रोजन सल्फाइड ( $H_2S$ ), सल्फर डाइऑक्साइड ( $SO_2$ ) एवं जल की नमी। इन अशुद्धियों को दूर करने के लिए गैस को क्रम से लगे ट्यूबों में से प्रवाहित करते हैं जिनमें :

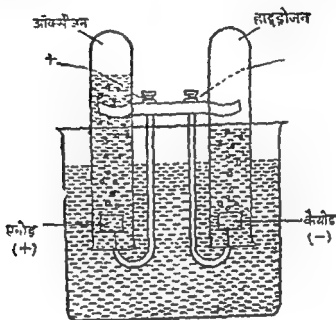
1. लैंड नाइट्रेट विलयन (हाइड्रोजन सल्फाइड को सोखने के लिए),
2. सिल्वर नाइट्रेट विलयन (फॉस्फीन व आर्सेन सोखने के लिए),
3. पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड विलयन (सल्फर डाइऑक्साइड, कार्बन डाइऑक्साइड व हाइड्रोजन डाइऑक्साइड सोखने के लिए) तथा
4. फॉस्फोरम पेंटॉक्साइड (नमी सोखने के लिए) भरता जाता है।

## 11.6 हाइड्रोजन के अन्य स्रोतों में भी हाइड्रोजन गैस प्राप्त कर सकते हैं

(अ) जल से

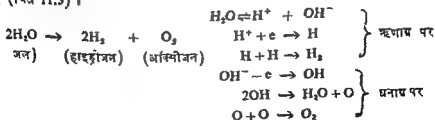
1. विद्युत अपघटन जल से

जल को विद्युत परिवानक बनाने के लिए एक बूढ़ मत्पूरिक अम्ल डालकर विद्युत धारा प्रवाहित करने पर विद्युत अपघटन होने से जल अपने तत्वों में विभक्त होकर



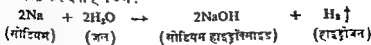
चित्र 11.3—जल के विद्युत अपघटन से हाइड्रोजन का निर्माण

हाइड्रोजन व ऑक्सीजन दे देता है। हाइड्रोजन ऋणाग्र पर व ऑक्सीजन धनाग्र पर एकत्र हो जाती है (चित्र 11.3)।

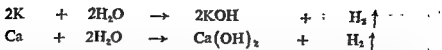


## 2. क्रियाशील धातुओं से

कुछ क्रियाशील धातुएँ जैसे सोडियम, पोटेशियम अथवा कैल्शियम जल से विघात करके उसमें हाइड्रोजन विस्थापित कर देती हैं। जैसे :



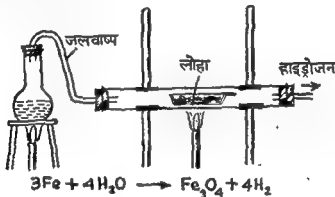




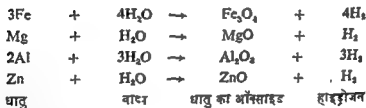
नोट : यह क्रियाएं अत्यधिक तीव्र होती हैं। पोटैशियम के साथ क्रिया कराने पर निकली हुई हाइड्रोजन गैस वायु में जल उठती है। नियंत्रित क्रिया कराने के लिए इन धातुओं के अमलगम (धातु और पारे का मिश्रण) का प्रयोग करते हैं। यह अमलगम जल के साथ धीमी गति से क्रिया करके हाइड्रोजन गैस देते हैं।

### 3. अन्य धातुओं और जलवाष्प की क्रिया से

कुछ धातुएँ—जैसे एल्यूमिनियम, जिंक, मैग्नीशियम अथवा लोहा—जलवाष्प में गर्म करने पर हाइड्रोजन गैस बनाते हैं (चित्र 11.4)।

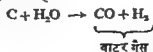


चित्र 11.4—जलवाष्प से हाइड्रोजन बनाना



### 4. श्वेत तप्त कोक से

जलवाष्प श्वेत तप्त कोक (1000° से. से अधिक) पर प्रवाहित करने पर कार्बन मोनोक्साइड व हाइड्रोजन बनाते हैं।



इस मिश्रण को वाटर गैस कहते हैं। इसमें केवल हाइड्रोजन प्राप्त करने के लिए इस मिश्रण को तप्त (450–500° से.) फेरिक ऑक्साइड (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) पर और वाष्प मिलाकर प्रवाहित करते हैं। इसमें कार्बन मोनोक्साइड, कार्बन डाइऑक्साइड में परिणत हो जाती है—



इस क्रिया में फेरिक ऑक्साइड उत्प्रेरक का कार्य करता है। इस मिश्रण को 25 वायुमण्डलीय दाय पर जल में प्रवाहित करने पर कार्बन डाइऑक्साइड जल में विलय हो जाती है और हाइड्रोजन उसमें निवन जाती है। इस को एकत्र कर लेते हैं। यह हाइड्रोजन बनाने की व्यापारिक विधि भी है जिसे "बोग विधि" भी कहते हैं।

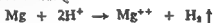
### (घ) अम्लों से

ऊपर बताया गया है कि कुछ धातु सल्फ्यूरिक अथवा हाइड्रोक्लोरिक अम्ल से क्रिया करके हाइड्रोजन गैस बनाते हैं। यह धातु हैं : लोहा, मैगनीशियम, टिन, एल्यूमिनियम, आदि। आओ देखें यह क्रिया किस प्रकार होती है।

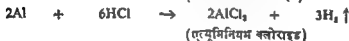
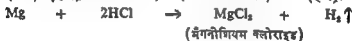
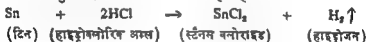
प्रत्येक अम्ल जल में विलय होकर हाइड्रोजन आयन देता है—



यह हाइड्रोजन आयन धातु में इलेक्ट्रॉन लेकर धातु को आयन में परिवर्तन करता है और निरावेश हाइड्रोजन गैस निकल जाती है।

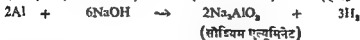
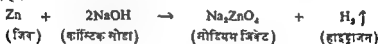


इस प्रकार विलयन में सल्फेट आयन ( $SO_4^{2-}$ ) बच रहता है जो क्रिया में भाग नहीं लेता और उसके साथ धातु का घनाम्ल आयतन भी बचा रहता है।



### (स) क्षारों से

जिक, एल्यूमिनियम, टिन, आदि, धातुएँ कार्बोस्टिक क्षारों के साथ गर्म करने पर हाइड्रोजन गैस देती हैं।

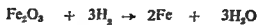


## 11.7 हाइड्रोजन के भौतिक गुण

1. रंगहीन, गंधहीन व स्वादहीन गैस। यदि इसमें कुछ गंध होती है तो वह जलजड़ियों (जैसे आरसीन) के कारण होती है। लिटमस के प्रति उदासीन होती है।





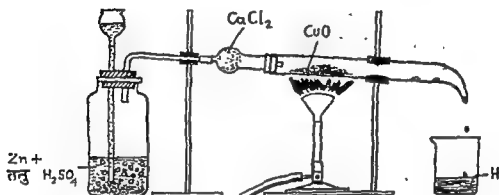


(ऑक्साइड)

(धातु)

(जल)

प्रयोग—चित्र 11.8 के उपकरण से हाइड्रोजन बनाकर कैल्सियम क्लोराइड के ऊपर प्रवाहित करके उसे शुष्क कर लो। फिर उसे तप्त कॉपर ऑक्साइड के ऊपर से जाने दो। तुम



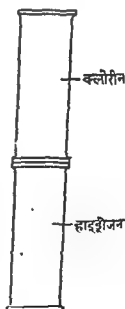
चित्र 11.8—हाइड्रोजन द्वारा कॉपर ऑक्साइड का अपचयन

देखोगे कि शुष्क गैस होते हुए भी कठोर काच के ट्यूब से निकली हुई वाष्प ठण्डी होकर पानी में परिणित हो जाती है। चित्र 11.7 की सारी सावधानी इसमें भी रखनी है अन्यथा विस्फोट होने की सम्भावना हो सकती है। प्रयोग के बाद कठोर काच के ट्यूब में रखे कॉपर ऑक्साइड में क्या परिवर्तन हुआ ? वहाँ पर कासे कॉपर ऑक्साइड के स्थान पर चमकती हुई लाल रंग की तांबा धातु बच रही है।

#### 4. अधातुओं के साथ क्रिया

साधारणतः हाइड्रोजन एक धनात्मक (Electro-positive) तत्त्व है। इसलिए वह ऋणात्मक तत्वों से सरलता से क्रिया करके यौगिक बनाती है। अधातुएं ऋणात्मक होती हैं। इन क्रियाओं में हाइड्रोजन अपना इलेक्ट्रॉन देकर (विद्युत संयोजक) यौगिक बना लेती है।

(अ) सूर्य के प्रकाश एवं नमी की उपस्थिति में क्लोरीन से संयोग करके हाइड्रोजन क्लोराइड बनती है



चित्र 11.9—सूर्य के प्रकाश में हाइड्रोजन व क्लोरीन की क्रिया

प्रयोग—एक गैस जार में क्लोरीन गैस और दूसरे में हाइड्रोजन गैस भरो और क्लोरीन जार को हाइड्रोजन जार के ऊपर (चित्र 11.9) रखकर कुछ समय के लिए बिगड़ित सूर्य के प्रकाश (Diffused Sunlight) में रख दो। हमारे पश्चात् दोनों जार को अलग करके दोनों के मुँह पर अमोनियम हाइड्राइड में भीगी छड़ लाओ। तुम क्या देखते हो? दोनों जारों में श्वेत धुआँ बन जाता है क्योंकि दोनों गैस आपस में क्रिया करके हाइड्रोजन क्लोराइड का श्वेत धुआँ बनाती है।



(अमोनिया)

(अमोनियम क्लोराइड)

इस प्रयोग में दोनों गैसों का नाम होना अति आवश्यक है।

(ब) गंधक को हाइड्रोजन गैस की उपस्थिति में गरम करने पर हाइड्रोजन सल्फाइड गैस बनती है।



(ग) हाइड्रोजन (तीन भाग) व नाइट्रोजन (एक भाग) मिश्रण अधिक दाब (200-300 वायुमण्डलीय दाब) व उत्प्रेरक (1500° से पर मृदम मात्रा में क्रोमिक ऑक्साइड युक्त पेरिन्ड ऑक्साइड) की उपस्थिति में अमोनिया बनती है—



इस विधि में अमोनिया का औद्योगिक उत्पादन (हेबर विधि) किया जाता है।

(द) कार्बन के साथ हाइड्रोजन की क्रिया दो दिशाओं में होती है :

(i) कार्बन के साथ हाइड्रोजन गैस प्रवाहित करने पर मीथेन बनती है—

1100° से



मीथेन

(ii) कार्बन इसक्लेटोई के बीच विद्युत आर्क बनाकर हाइड्रोजन प्रवाहित करने पर एसिटिलीन बनती है—

कार्बन आर्क



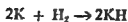
(एसिटिलीन)

## 5. धातुओं के साथ क्रिया

धातु साधारणतः धनात्मक तत्त्व होते हैं। हाइड्रोजन भी धनात्मक होते हुए कुछ धातुओं में क्रिया करती है। परन्तु यह क्रिया अधातुओं जैसी नहीं होती। विशेष परिस्थितियों में सोडियम, पोटैशियम एवं कैल्शियम (अर्थात् तीव्र धनात्मक तत्त्व) हाइड्रोजन से संयोग करके हाइड्रोजन बनाते हैं—



(सोडियम हाइड्राइड)



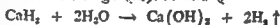
(पोटैशियम हाइड्राइड)



(कैल्शियम हाइड्राइड)

इन योगिकों में हाइड्रोजन ऋणात्मक तरव जैसा व्यवहार करती है क्योंकि यह पाया है कि इन हाइड्राइडों का विद्युत विभेदक करने पर हाइड्रोजन धनाग्र पर एकत्र होती है। इन योगिकों में हाइड्रोजन की संयोजकता  $-1$  होती है जब कि अन्य योगिकों में  $+1$  होती है।

ये हाइड्राइड जल से क्रिया करके पुनः हाइड्रोजन बनाते हैं—

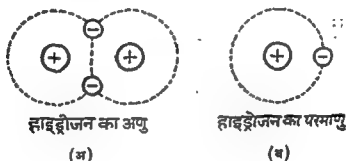


### 6. हाइड्रोजनीकरण क्रिया

द्रव तेलों को ठोस बसा में परिणित होने की क्रिया को हाइड्रोजनीकरण कहते हैं। इस क्रिया में उत्प्रेरक की उपस्थिति में द्रव तेल (जैसे—मूंगफली, सरसों, नारियल, चिनीस, आदि के तेल) में हाइड्रोजन प्रवाहित करते हैं जिससे द्रव ठोस बसा में बदल जाता है। इसी क्रिया से वनस्पति घी (जैसे डालडा, आदि) बनाते हैं।

### 7. नवजात हाइड्रोजन

उत्पन्न होते ही जो हाइड्रोजन रासायनिक क्रिया में भाग ले उसे नवजात हाइड्रोजन कहते हैं। यह हाइड्रोजन का अति क्रियाशील एवं तीव्र अपचायक रूप है। इस क्रियाशीलता का कारण



चित्र 11.10—आण्विक व परमाण्विक हाइड्रोजन

है हाइड्रोजन का परमाणु स्थिति में होना। साधारण गैस आणविक होने के कारण क्रियाशील नहीं होती क्योंकि उसके सब इलेक्ट्रॉन अपने कक्षों में पूरे होते हैं।

इस प्रकार आपसी सहयोग में दोनों के इलेक्ट्रॉन कक्ष संतृप्त होते हैं और उस अणु में क्रियाशीलता नहीं रहती। क्या इस अवस्था में हाइड्रोजन के अणु की हीलियम की परमाणु रचना से तुलना कर सकते हैं? इसके विपरीत नवजात हाइड्रोजन (चित्र 11.10 ब) में परमाणु होने के कारण वह अपने को संतृप्त करने के लिए कोई पदार्थ ढूंढता है और सुरुत उससे एक इलेक्ट्रॉन लेकर अथवा देकर अथवा सहयोग कर अपनी तृप्ति कर लेता है (चित्र 11.10 अ)। परिणाम स्वरूप नवजात हाइड्रोजन अतिक्रियाशील होती है।

प्रयोग—एक बीकर में फीरक क्लोराइड का जलीय विलयन लो। अब हममें एक उपकरण से हाइड्रोजन गैस प्रवाहित करो। क्या कोई परिवर्तन देखते हो? नहीं। इसी बीकर में अब कुछ

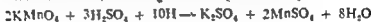
हाइड्रोजन अम्ल और जिंक के टुकड़े टाँतो और देगो बना होता है ? तुम जाँचें कि जंगे ही जिंक और अम्ल में जिंका आन्तर्ग्रहण हुई वैसे ही विद्युत का रस धीरे धीरे बदन कर जाता होगा अथवा चमकीले हो जाता है। ऐसा क्यों हुआ ? जिंक और अम्ल में हाइड्रोजन निकली जिंगने फॉर्मिक क्लोराइड (अम्ल मान) का प्रथम क्लोराइड (हवा हवा) में अपचयन कर दिया।



(फॉर्मिक क्लोराइड)

(फॉर्मिक क्लोराइड)

उसी प्रकार भी जिंका हम पोटैशियम परमैंगनेट के विद्युत में जिंक और तनु तापपूर्ण अम्ल टाँतने पर पाते हैं। जलमें विद्युत बँगी गूनाबी से रंगहीन हो जाता है—



बैंगनी गूनाबी

रंगहीन

## 8. परमाण्वीय हाइड्रोजन

टंगस्टन की छड़ों के बीच विद्युत आर्क उत्पन्न करने उसके बीच हाइड्रोजन गैस की एक पतली जेट छोड़ने में हाइड्रोजन के अणु अपने परमाणुओं में विभक्त हो जाते हैं (चित्र 11.11) यह परमाणु फिर में आपस में संयोग करके और ऊर्जा निकालते हैं जिगने 4000° से 5000° से तब तापक्रम पहुँचना है।

विद्युत आर्क

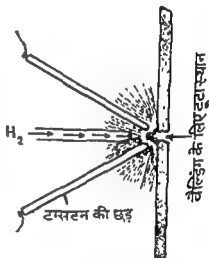


इस ऊर्जा और उच्च तापक्रम को दस्ता, तनुमिनियम के मिश्रण, आदि के वेल्डिंग (Welding) के प्रयोग में पाते हैं।

परमाण्वीय हाइड्रोजन अत्यधिक नियामासी होती है। आश्विक हाइड्रोजन से किया कराने में पहले दो हाइड्रोजन के बीच का सहसंयोजक बन्ध मोटर परमाणु अवस्था में परिवर्तित करना होता है। इस क्रिया में ऊर्जा की आवश्यकता होती है। इसी कारण साधारण हाइड्रोजन की क्रियाएँ ऊष्मा शोषी (Endothermic) होती हैं।

## 11.9 हाइड्रोजन के उपयोग

1. आक्सी-हाइड्रोजन ज्वाला (Oxy-hydrogen flame) का प्रयोग टाँता लगाने एवं धातु की चट्टों काटने में होता है। इससे अत्यधिक तापक्रम उत्पन्न होता है और धातु गरमता में द्रवित हो जाती है।
2. अमोनिया ( $\text{NH}_3$ ), मिथाइल ऐल्कोहॉल ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ), व फॉर्मलिनहाइड ( $\text{HCHO}$ ) के औद्योगिक उत्पादन में हाइड्रोजन प्रयोग में लाते हैं।



चित्र 11.11—परमाण्वीय हाइड्रोजन टाँतों से वेल्डिंग करना



3. वृक्षों में पेट्रोल चराने के काम आती है।
4. हाइड्रोजनीकरण से उत्प्रेरक की उपस्थिति में द्रव तेलों को ठोस बना में बदलती है (दानड़ा भी बनाना)।
5. हल्की होने के कारण इनका प्रयोग गुब्बारे में किया जाता है। अधिक ऊँचाई पर लौकिक (Cosmic) अनुसंधानों के लिए बड़े-बड़े गुब्बारों में यंत्र, आदि बांध कर छोड़ देते हैं। हाइड्रोजन के हल्का होने के कारण गुब्बारा आकाश की ओर उठता चला जाता है। कुछ काल पहिले तक विमानों को हल्का रखने और उड़ान में सुविधा रखने के लिए इनमें हाइड्रोजन गैस भरी रहती थी। परन्तु गैस की ज्वलनशीलता के कारण दुर्घटनाएँ हुईं। इसलिए गैस का यह प्रयोग विमानों में अब नहीं किया जाता है। इसके स्थान पर हीलियम (एक निष्क्रिय गैस) प्रयोग में लाते हैं।
6. अपचायक के रूप में धातु के ऑक्साइड (जैसे सोडियम ऑक्साइड, निचल ऑक्साइड आदि) का धातु में अपचयन करने के लिए गैस का प्रयोग किया जाता है।
7. अन्तरिक्ष यानों में रॉकेट के इंजन के रूप में द्रव हाइड्रोजन का प्रयोग करते हैं। द्रव हाइड्रोजन और द्रव ऑक्सीजन का मिश्रण साधारण ईंधनों में 40% अधिक प्रणोद (Thrust) देकर रॉकेट के मोटन (Propulsion) में सहायता करता है।

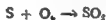
### ऑक्सीकरण और अपचयन (Oxidation and Reduction)

#### 11.10 ऑक्सीकरण व अपचयन क्या है ?

तुम जानते हो कि कोयला वायु में जलता है और कार्बन डाइऑक्साइड बनती है। इस क्रिया में कोयले का कार्बन वायु की ऑक्सीजन से संयोग करता है :



इसी प्रकार गंधक को वायु में जलाने से सल्फर डाइऑक्साइड बनती है :



ऐसी क्रिया जिसमें कोई पदार्थ ऑक्सीजन से संयोग करता है 'ऑक्सीकरण' कहलाती है। उदाहरणार्थ कॉपर (तांबा) का वायु में गर्म करने पर काले कॉपर ऑक्साइड (CuO) में बदल जाता ऑक्सीकरण कहलायेगा।

ऑक्सीकरण की विपरीत क्रिया 'अपचयन' कहलाती है। अर्थात्, किसी पदार्थ में से ऑक्सीजन का निकलना अपचयन होता है। उदाहरण के लिए गर्म कॉपर ऑक्साइड पर हाइड्रोजन गैस की क्रिया देखें।

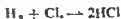


यहाँ पर कॉपर ऑक्साइड का कॉपर में अपचयन होता है।

इस प्रकार की क्रियाओं के अध्ययन के साथ-साथ यह भी पता चला कि कुछ योगिकों से हाइड्रोजन का निकलना भी ऑक्सीकरण के ही प्रकार की क्रिया होती है। इसी धारणा पर यह भी माना गया कि हाइड्रोजन से संयोग करना अपचयन के ही प्रकार की क्रिया होती है। इन मान्यताओं को निम्न समीकरण से समझा जा सकता है :



उम चिरा में हाइड्रोजन भाषाट में हाइड्रोजन निचन र्द और मत्कर बन गया । उम प्रसार हाइड्रोजन भाषाट या भाषमीकरण मत्कर में हो गया ।



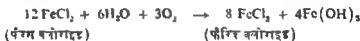
इस क्रिया में बोरॉन का अवनयन होकर हाइड्रोजन बमोबोर्ड बन गई ।

**11.11** अंतर्गोपकरण व अपव्ययन और तीजन व हाइड्रोजन की अनुपस्थिति में

सामाजिक प्रिया में वा विस्तृत अध्ययन करने समय यह पाया गया कि कुछ क्रियाएँ ऐसी होती हैं जिनमें संयोजन अथवा शब्दोच्चन में क्रिया न होतों हुए भी भावमीकरण व अवयवण में मिलाव-जुटाव हो होती है । भावमीकरण का एक ऐसा उदाहरण निम्न है

फेरस आक्साइड ( $\text{FeO}$ ) एक धातवीय आक्साइड है जो फेरस गठन देता है। फेरस आक्साइड या लो आक्साइड में आयरन होकर फेरिक आक्साइड बनाता है जो धातवीय होने के कारण फेरिक गठन देता है। इस प्रकार फेरस व फेरिक गठन का यही सम्बन्ध हुआ जो फेरस और फेरिक आक्साइड का।

द्वय प्रवाह पंक्ति कर्मागद्वय का एक विनियम वायु में धीरे-धीरे फैलित कर्मागद्वय में परिणत हो जाता है।



यह भ्रांतगीकरण का प्रिया है। परन्तु यदि कैरम क्लोराइड के विलयन में क्लोरीन गैस प्रवाहित करें तो भी कैरम क्लोराइड बन जाता है।



यदा यह क्रिया आत्मोन्नयन नहीं है ? यदि ऊपर दी हुई क्रिया आवश्यकण है तो यह क्रिया भी फंक्श या फंक्श में आवश्यकण ही हुई क्रियामें आत्मोन्नयन में कही भी भाग नहीं लिया ।

इसी प्रकार अपचयन का भी एक उदाहरण देखें जिसमें बिना ऑक्सीजन के हटायें अवशेष फ्राइट्राइन में संश्लेषित किए यह क्रिया होती है। फॉर्म क्लोराइड को फॉर्मिक क्लोराइड में ऑक्सीकरण के आधार पर इसके क्रिस्टलीय संश्लेषित क्लोराइड का संश्लेषित क्लोराइड में परिवर्तित होता अपचयन होता :



(मरसुंगिह वनांगटड) (स्टेनम वलांगटड) (मरसुंगिह वलांगटड) (स्टेनम वलांगटड)

क्या यह त्रिषा मकसूदिक कनोराड्ड का मकसूदिक कनोराड्ड में अध्ययन नहीं है ?

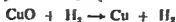
इन दो क्रियाओं के आधार पर हम ऑक्सीकरण और अपचयन की परिभाषा को विस्तृत करते हैं—

“ओषधीकरण वह क्रिया है जिसमें कोई पदार्थ ऑक्सीजन से, ऋणात्मक परमाणु अथवा मूलक से मिले अथवा उसमें से हाइड्रोजन, धनात्मक परमाणु अथवा मूलक निकले।”

उपर्युक्त प्रत्येक त्रिधा इस परिभाषा के अन्तर्गत आ जाती है।

## 11.12 ऑक्सीकरण व अपचयन इलेक्ट्रॉनिक सिद्धान्त के आधार पर

तप्त कार्पर ऑक्साइड पर हाइड्रोजन गैस प्रवाहित करने पर कार्पर ऑक्साइड कार्पर में अपचित हो जाता है और हाइड्रोजन ऑक्सीकृत होकर जल बनाती है :



इस क्रिया में कार्पर की संयोजकता +2 (CuO में) में उदासीन अथवा शून्य (Cu<sup>0</sup> में) हो जाती है और कार्पर दो इलेक्ट्रॉन ले लेता है :



इसके साथ ही हाइड्रोजन एक इलेक्ट्रॉन देकर उदासीन हाइड्रोजन में H<sup>+</sup> में बदल जाती है :



इस क्रिया में कार्पर (CuO में) ने इलेक्ट्रॉन लेकर अपने को कार्पर (Cu में) में परिवर्तित किया जो अपचयन कहलाता है। इसके विपरीत हाइड्रोजन ने इलेक्ट्रॉन देकर H<sub>2</sub>O बनाया तो वह ऑक्सीकृत हुई। एक दूसरा उदाहरण है :

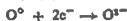
कैल्शियम से कैल्शियम ऑक्साइड बनना ऑक्सीकरण होता है—



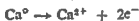
इस क्रिया में कैल्शियम के दो इलेक्ट्रॉन ऑक्सीजन ने लेकर कैल्शियम को Cu<sup>0</sup> में Ca<sup>2+</sup> में बदल दिया :



और यह इलेक्ट्रॉन ऑक्सीजन ने लेकर अपने को O<sup>2-</sup> में बदल लिया।



इसी प्रकार कैल्शियम से कैल्शियम क्लोराइड बनने की क्रिया को देखें—



अथवा  $\text{Ca} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CaCl}_2 (\text{Ca}^{2+} + 2\text{Cl}^-)$

इन दोनों क्रियाओं में कैल्शियम दो इलेक्ट्रॉन देकर (Ca<sup>2+</sup> में बदल जाता है तो Ca का  $\text{CaCl}_2$  में बदलना भी ऑक्सीकरण हुआ।

इसी प्रकार



फेरस आयन का फेरिक आयन में परिवर्तन इलेक्ट्रॉन के निकलने से हुआ इसलिए यह ऑक्सीकरण है।

“इलेक्ट्रॉनिक सिद्धान्त के आधार पर ऑक्सीकरण वह क्रिया है जिसमें कोई परमाणु अथवा अणु इलेक्ट्रॉन निकाल दें। अपचयन वह क्रिया है जिसमें कोई भी परमाणु अथवा अणु इलेक्ट्रॉन ले लें।”

वह पदार्थ जो इलेक्ट्रॉन ले ले वह ऑक्सीकारक कहलाता है। वह पदार्थ जो इलेक्ट्रॉन दे दे वह अपचायक कहलाता है।

### 11.13 ऑक्सीकरण व अपचयन द्वारा रासायनिक क्रियाएँ हैं

उदाहरण के तौर पर हम जान सकते हैं कि यदि एक पदार्थ ऑक्सीकरण होता है तो दूसरा पदार्थ अपचयन होता है। हमें स्पष्ट करने की आवश्यकता है कि पदार्थ के ऑक्सीकरण निश्चयन के लिए हमें स्पष्ट करना होगा कि पदार्थ के ऑक्सीकरण निश्चयन का हमें पदार्थ में होने वाला परिवर्तन है। अतः हमें स्पष्ट करना होगा कि पदार्थ के ऑक्सीकरण निश्चयन का हमें पदार्थ में होने वाला परिवर्तन है।



इस क्रिया में  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  का अपचयन होकर  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  बन रहा है (क्योंकि  $\text{Hg}^{2+}$  में दो ऑक्सीकरण होकर  $\text{Hg}^{1+}$  में परिवर्तित हो गया) और साथ ही साथ  $\text{SnCl}_2$  का ऑक्सीकरण होकर  $\text{SnCl}_4$  बन रहा है। (क्योंकि  $\text{Sn}^{2+}$  में दो ऑक्सीकरण होकर  $\text{Sn}^{4+}$  में बदल गया)।



इस क्रिया में  $\text{Fe}^{2+}$  ऑक्सीकरण हुआ और  $\text{Cl}_2$  जो उदासीन था अब ऑक्सीकरण होकर  $\text{Cl}^-$  में बदल गई। अतः अपचयन की क्रिया दर्शाती है।



इस क्रिया में  $\text{H}_2\text{S}$  में S इतना ऑक्सीकरण है और  $\text{SO}_2$  का S में परिवर्तन अपचयन दर्शाता है।

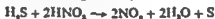


इस क्रिया में  $\text{I}^-$  में ऑक्सीकरण निश्चयन कर  $\text{I}$  (उदासीन) बनना पोटेशियम आयोडाइड ( $\text{KI}$ ) का आयोडीन में ऑक्सीकरण है और  $\text{Cl}$  (उदासीन) में  $\text{Cl}^-$  बनना अपचयन होता है।

### 11.14 ऑक्सीकारक एवं अपचायक पदार्थ

जिन पदार्थों में ऑक्सीकरण होता है उन्हें ऑक्सीकारक तथा जिनमें अपचयन होता है उन्हें अपचायक पदार्थ कहते हैं।

ऑक्सीकरण में ऑक्सीजन को ऑक्सीजन ऑक्साइड में एवं नाइट्रिक अम्ल हाइड्रोजन सल्फाइड का गंध में ऑक्सीजन कर देता है। अतः ये ऑक्सीकारक पदार्थ हैं।

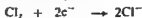


हाइड्रोजन वातावरण ऑक्साइड की वातावरण में अपचित करती है। अतः अपचायक पदार्थ है।



### 11.15 ऑक्सीकारक एवं अपचायक पदार्थों का इलेक्ट्रॉनिक सिद्धान्त द्वारा वर्गीकरण

जो पदार्थ इलेक्ट्रॉन ग्रहण करते हैं उन्हें ऑक्सीकारक पदार्थ एवं जो पदार्थ अपचयन के लिए इलेक्ट्रॉन देते हैं उन्हें अपचायक पदार्थ कहते हैं।





एमिड बनाती है। पिघले हुए सोडियम व पोटेशियम धातुओं में मयुक्त होकर यह हाइड्राइड बनाती है।

टंगस्टन इलेक्ट्रोड द्वारा बनाये गये आर्क के मध्य हाइड्रोजन की अणुधारा प्रवाहित करने से अणु परमाणुओं में विभक्त हो जाते हैं और बहुत उच्च ताप पैदा होता है। इस क्रिया का उपयोग वेल्डिंग की क्रिया में किया जाता है। हाइड्रोजन गैस का उपयोग उच्चोष्ण में अमोनिया, मिथिल ऐन्काहॉल, तैलों के हाइड्रोजनीकरण करने में किया जाता है। हाइड्रोजन के समस्थानिक के बीच होने वाली न्यूक्लीयर अभिक्रिया में बहुत ही अधिक ऊर्जा उत्पन्न होती है। यह क्रिया हाइड्रोजन बम में होती है।

हाइड्रोजन सभी द्रव्य गैसों में मुक्त अथवा मयुक्त अवस्था में उपस्थित रहती है। रॉकेट के ईंधन में द्रव हाइड्रोजन को द्रव ऑक्सीजन के साथ मिलाकर उपयोग किया जाता है। हल्की होने में इसका उपयोग गुब्बारे भरने में भी किया जाता है। हाइड्रोजन को हीलियम की परमाणु रचना ग्रहण करने के लिए एक इलेक्ट्रॉन की आवश्यकता होती है। एक मीटर हाइड्रोजन गैस का भार सा.दा.ता. पर 0.09 ग्राम होता है।

### अभ्यसन प्रश्न

1. यदि हाइड्रोजन के भरे जात्र में जलती हुई तौली जलाये तब क्या होगा? क्रिया का समीकरण लिखो।
2. हाइड्रोजन बनाने के उपकरण में से निकाम नली पर इसको जलाने में पहले सारी हवा क्यों निकाल दी जाती है? कारण बताओ।
3. क्षार तथा जल में हाइड्रोजन गैस किस प्रकार बनाओगे? क्रियाओं का समीकरण तथा परिस्थितियाँ लिखो।
4. बानावरण में हाइड्रोजन बहुत ही अल्प मात्रा में उपस्थित रहती है। इसका कारण क्या है?
5. क्या कारण है कि हाइड्रोजन बनाने के लिए दानेदार ज़िंक व लोहा लिया जाता है? इसके अलावा और कौन-कौनसे कारक हैं जो हाइड्रोजन गैस के बनने में सहायक होते हैं?
6. गैस के विवरण को प्रयोग द्वारा समझाओ।
7. हाइड्रोजन के परमाणु मिलकर अणु बनाते हैं। क्या इस क्रिया में ऊर्जा निकलती है? इस क्रिया का उपयोग किस प्रकार कहाँ पर किया जाता है? समझाओ।
8. टिन ऑक्साइड पर हाइड्रोजन प्रवाहित करने पर जल बनता है। इस क्रिया में कौनसा पदार्थ अपचित हुआ तथा कौनसा आवनीत हुआ?
9. आक्सीकरण तथा अपचयन क्रियाएँ एक दूसरे के विपरीत होती हैं। स्पष्ट करो। कोई से पांच उदाहरण लिखो।

### रोचक प्रयोग/परिचोजनाएँ/प्रयोगशाला क्रियाएँ

1. 100 ग्राम जल के विच्छेदन में कितने ग्राम हाइड्रोजन प्राप्त होगी? प्रयोग द्वारा ज्ञान करो।
2. निम्न इलेक्ट्रोड का उपयोग कर जल थोटापीट बनाओ फिर उसमें विद्युत विच्छेदन कर 10 मिनट में प्राप्त होने वाली गैसों के आयतनों को नापो। क्या सभी में एज हो अनुपात में आयतन आते हैं या नहीं? प्राप्त आरबों के कारण सोचो।

अ. बार्बन इलेक्ट्रोड

ब. स्टैनेम स्टील की धमक के इलेक्ट्रोड

॥ एंटीनेम बोर्ड के इलेक्ट्रोड

२. एंटीनेम धातु के इलेक्ट्रोड

य निकल या जिंक धातु के इलेक्ट्रोड

3. निम्न धातु को मात्रा में अम्लों की तुलना तथा समय में रेखाचित्र द्वारा सम्बन्ध ज्ञान करने तथा मापन करें कि एक ग्राम जिंक पाच मिनट में सम्पूर्ण त्रिया करने में हाइड्रोजनोसिक अम्ल की क्या तनुता होगी ?
4. समान मात्रा की गर्म वयुप्रिक तथा वयुप्रग आग्नादृष्ट पर 10 मिनट तक हाइड्रोजन प्रवाहित करने में कितने ग्राम कॉपर प्राप्त होगा ?
5. कैथेडिशन की जीवनी मरुलित कर नोटिस बोर्ड पर लगाओ।
6. पोंडा सा मायुन का पोच तैयार करो। उसमें ॥ वूदे ग्लिनरीन मिला दो। हाइड्रोजन उपकरण की निरास नली उसमें डुबो कर गैस के गुब्बारे बनाओ। जब वह उठने लगे तब उसमें जलती हुई तीली लगाओ और देखो क्या होता है।
7. एक साधारण तम मुंह की बोतल में एक छिद्र को काँकें लगाओ। उसमें काच की लम्बी जेट लगाओ। जेट तथा काँकें को एक परखतली में लगाओ जिसके पैदे में छोटा सा छिद्र हो। बोतल में तनु हाइड्रोजनोसिक अम्ल डालो और परखतली में जिंक के कुछ टुकड़े डालकर उसको वायुरोधी बनाओ। दो मिनट पश्चात् जेट को भाँचिस में जलाओ। हाइड्रोजन ज्वाला तैयार हो जायेगी।

#### अभ्यास प्रश्न

1. मैगनीशियम हाइड्रोजन को विस्थापित करता है

- (1) गर्म जल में।
- (2) जलवाष्प में।
- (3) अधिक तनु सल्फ्यूरिक अम्ल से।
- (4) अधिक तनु नाइट्रिक अम्ल से।
- (5) कॉस्टिक सोडा विलयन से।

इन में कौनसी विकल्पनाएं सत्य हैं ?

- (अ) पाचों।
- (ब) 2, 3, 4 व 5।
- (म) 1, 2, 3, व 4।
- (द) पाच में से तीन।
- (ई) 2, 3 व 4।

( )

- 2—निम्न में से कौनसा हाइड्रोजन का उपयोग नहीं है :

- (अ) यह ईंधन गैसों में होती है।
- (ब) इस्पात बनाने में।
- (म) तेल व चमक को कठोर करने में।
- (द) हेबर विधि में वायु की नाइट्रोजन के योगिकीकरण में।
- (ई) ऑक्सी-हाइड्रोजन ज्वाला में।

( )

### 3—सोडियम डायोहाइड का जल में घोलने पर क्या होता है ?

- (1) सोडियम डायोहाइड का जल में घोलने पर क्या होता है ?
- (2) सोडियम डायोहाइड का जल में घोलने पर क्या होता है ?
- (3)  $Fe^{2+}$  आयन को  $Fe^{3+}$  आयन में ऑक्सीकरण करने है ।
- (4) सोडियम डायोहाइड का जल में घोलने पर क्या होता है ?

इनमें से सही विकल्प चुनिए :

- (अ) सही । (ब) सही में से तीन ।  
(ग) सही 1 व 2 । (द) सही 2 व 4 ।  
(ई) सही 3 ।

( )

### 4—सोडियम डायोहाइड का जल में घोलने पर

- (1) सोडियम डायोहाइड परमाणु में ऑक्सीकरण होता है ।
- (2) सोडियम डायोहाइड का जल में घोलने पर क्या होता है ?
- (3)  $Fe^{2+}$  आयन का जल में घोलने पर क्या होता है ?
- (4) सोडियम डायोहाइड का जल में घोलने पर क्या होता है ?

इनमें से सही विकल्प चुनिए :

- (अ) सही । (ब) सही में से दो ।  
(ग) सही 1 व 2 । (द) सही 1, 2 व 3 ।  
(ई) सही और सही ।

( )

### 5—निम्नलिखित अभिक्रियाओं में से सही में सोडियम डायोहाइड एक अपचायक का कार्य कर रही है :

- (अ)  $PbS + 4H_2O_2 = PbSO_4 + 4H_2O$
- (ब)  $H_2S + H_2O_2 = S + 2H_2O$
- (ग)  $PbO_2 + 2HNO_3 + H_2O_2 = Pb(NO_3)_2 + 2H_2O + O_2$
- (द)  $2I^- + 2H^+ + H_2O_2 = I_2 + 2H_2O$
- (ई) उपर्युक्त किसी भी क्रिया में नहीं ।

( )

### 6—निम्नलिखित समीकरणों में बताया है कि ऑक्सीकरण क्या होता है ? इनमें से सही समीकरण चुनिए :

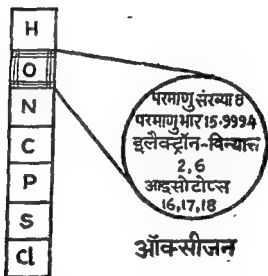
- (अ)  $Cl_2 + 2e^- = 2Cl^-$
- (ब)  $2HNO_3 + e^- = NO_2 + NO_3^- + H_2O$
- (ग)  $2H_2SO_4 + 2e^- = SO_2 + SO_4^{2-} + 2H_2O$
- (द)  $H_2O_2 + 2H^+ + 2e^- = 2H_2O$
- (ई)  $SO_2 + 2H_2O + 2e^- = SO_4^{2-} + 2H_2$

( )

[उत्तर : 1—(ग) 2—(ब) 3—(अ) 4—(द)  
5—(ग) 6—(ई)]



## ऑक्सीजन



## 12.1 विज्ञान की खोज में अंग्रेज पादरी का चमत्कार

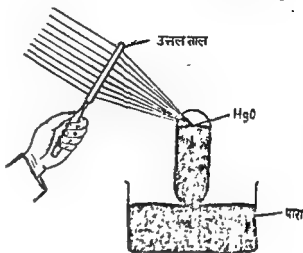
एक अंग्रेज पादरी जोसेफ प्रीस्टले (Joseph Priestley) ने 1 अगस्त, 1774 - रविवार के दिन एक प्रयोग किया। इसमें उसने मरक्यूरिक ऑक्साइड का साल पाउडर बेल जार (Bell Jar) में लेकर इस प्रकार गर्म किया कि जो गैस निकले वह एक बोतल में एकत्र हो जाये। गर्म करने के लिए उसने एक बड़े (30 सेमी. व्यास) उल्टो तर तास (Burning Lens) का प्रयोग किया जिससे सूर्य की किरणों को केन्द्रीभूत (Focus) करके उस पाउडर को गर्म किया जा सके (चित्र 12.1)। आगे का वर्णन प्रीस्टले के ही शब्दों में—

“1 अगस्त, 1774 को मैंने मरक्यूरियस कैल्सीनेटस (Mercurius Calcinatus) से वायु निकालने का प्रयत्न किया और मैंने पाया कि उसमें से वायु बड़ी सुगमता से निकलने लगी। अपने पदार्थों की तीन अथवा चार गुनी वायु लेने के बाद मैंने उसमें जल डाला और पाया कि वह उसे नहीं सोघ पाया। परन्तु मुझे जिस बात से अधिक अचरज हुआ वह यह कि एक मोमबत्ती इस वायु में विलक्षण देदीप्यमान ज्वाला से जली!” आगे चलकर उन्होंने कहा :

“मैंने एक चूहा निया और उसे बाँच के बर्तन में रक्खी इस वायु में रक्खा जो कि मरकरी के सान पाउडर में प्रान्त की थी । यदि यह साधारण वायु होनी तो इस प्रकार का बड़ा चूहा लगभग एक चौथाई घण्टा इसमें जीवित रहता । परन्तु इस वायु में मेरा चूहा पूरे आधा घण्टा जीवित रहा ।”

लगभग 1771 और 1773 के बीच शीले (Schæele) ने भी इसी प्रकार की वायु का

निर्माण किया था और इस गैस का नाम “दाह वायु” (Fire Air) एवं “प्राण वायु” (Vital Air) रक्खा । प्रीस्टले ने भी स्वतन्त्र रूप में इसका निर्माण किया था और इसका नाम “डीफ्लोगिस्टिफाइड एयर” (Dephlogisticated Air) रक्खा । प्रीस्टले और शीले दोनों ही अपनी इस खोज की मन्ना को न जान पाये क्योंकि दोनों ही “फ्लेगिस्टन सिद्धान्त” में गूढ़ आस्था रखते थे । लेवोसिये ने बहुत जिया, साम लेने की क्रिया और घातुओं को भरम धनने की क्रिया में समानता बताते हुए बताया कि शीले और प्रीस्टले की “वायु” एक तत्व था जिमका नाम उमने “ऑक्सीजन” रक्खा (ग्रीक शब्द *Oxus* = खट्टा; *gennao* = बनाने वाला, क्योंकि ऑक्सीजन में जिया करके कार्बन, मल्कर और अन्य पदार्थ (अघातु) जो पदार्थ बनाते हैं वह पानी में मिल कर अम्ल बनाने हैं जिन्का स्वाद खट्टा होता है) । और इस प्रकार एक ऐसे रहस्य का उद्घाटन हुआ जिम्ने वैज्ञानिकों को अनेक शताब्दियों में चक्कर में डाल रक्खा था ।



चित्र 12.1— $\text{HgO}$  से ऑक्सीजन बनाना



### जोसेफ प्रीस्टले

(1733-1804—ब्रिटिश)

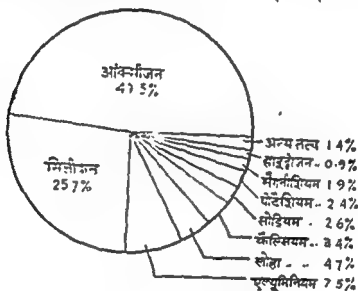
अधिक संकटपूर्ण एवं सक्रिय जीवन के परिणामस्वरूप प्रीस्टले को अमरीका में प्रवास हेतु बाध्य किया गया । उनके मित्रों में अमरीकी राष्ट्रपति जॉर्ज वॉशिंगटन एवं बेंकलिन थे । दोस्तान्तानिया में रहते हुए भी प्रीस्टले ने अपना शोध कार्य जारी रक्खा । उनकी कार्बन-डायऑक्साइड गैस के आविष्कार के रूप में सम्मानित किया जाता है । अमेरिकन केमिस्ट सोसायटी द्वारा प्रदान किया उच्चतम सम्मान “प्रीस्टले पदक” ब्रह्माना है ।

यह जानना अतिगोपनीय न होगी कि ऑक्सीजन की खोज रसायन इतिहास में एक महत्वपूर्ण प्रगति के लिए उत्तरदायी है क्योंकि अज्ञातकारी सामग्री के अन्त तब वायु को एक तरह माना जाता था जो तत्पश्चात् एक मिश्रण माना हुआ। इस मिश्रण का पहला अंश ऑक्सीजन है।

ऐस ही मूल्यवान (1499), बोय (1678), रेम्स (1727) एवं लावेन (1774) ने भी विभिन्न विधियों से ऑक्सीजन प्राप्ति की थी। परन्तु वास्तविकता, इन विधियों को खोज नहीं कहा जाता क्योंकि किसी ने भी प्राप्ति पैमाने के गुण जानने का प्रयास नहीं किया।

## 12.2 पृथ्वी का भाग भाग ऑक्सीजन है

मानने आसपास की बात है कि वह तरह जो हमारे चारों ओर रहता है ओर जगहों बिना जीवन असम्भव है, लगभग 200 भाग पत्थरों की कुछ भाग्य में प्राप्त हुआ था। आसपास तो यों ओर अधिक है कि यह तरह अनेक ही पृथ्वी के गारे तत्वों के अलावा होता है (चित्र 12.2)।



चित्र 12.2—प्रकृति में ऑक्सीजन की मात्रा

वायु में लगभग 1/4 भाग मुक्त ऑक्सीजन का है। संयुक्त अवस्था में जल में लगभग 89 प्रतिशत ऑक्सीजन है। चाक, बुना-मत्सर अथवा संगमरमर के रूप में कैल्शियम कार्बोनेट ( $\text{CaCO}_3$ ), रेत और क्वार्ट्ज के रूप में सिलिकॉन डाइऑक्साइड ( $\text{SiO}_2$ ), आदि ऑक्सीजन के प्रमुख रूप हैं। जिप्सम ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), सोडियम नाइट्रेट ( $\text{NaNO}_3$ ), कैल्शियम फॉस्फेट, अनेक सिलिकेट, आदि धनिजों में ऑक्सीजन उपस्थित है।

ऑक्सीजन के जीव पदार्थों में स्टार्च, तेल व वसा, प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट (शर्करा, सेलुलोज), विटामिन, हार्मोन, आदि अनेक ऐसे पदार्थ हैं जो जीवी तथा वानस्पतिक वर्गों में मुख्यतः पाये जाते हैं।

## 12.3 ऑक्सीजन की प्रयोगशाला में कैसे प्राप्त करें

(1) यदि पोटेशियम क्लोरेट ( $\text{KClO}_3$ ) को गर्म किया जाये तो वह  $340^\circ$  से. पर द्रवित होता है। लगभग  $350^\circ$  से. पर यह द्रव उबलता सा प्रतीत होता है क्योंकि उसमें से



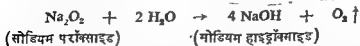
उपकरण लगाओ। निकास नली को मधुकोष शैल में झाँसी और जन में भरे कुछ गैस जार भर कर रख लो। परखनली को धीरे-धीरे गर्म करो। तुम देखोगे कि द्रोणिका के जल में बुलबुले निकलने लगते हैं। अब जल में भरे गैस जार मधुकोष शैल पर उलट कर रख दो और इस प्रकार जन के हटाव से गैस के बर्द जार एक्कल कर लो।

## 12.4 प्रयोगशाला में बनी ऑक्सीजन की शुद्ध करना

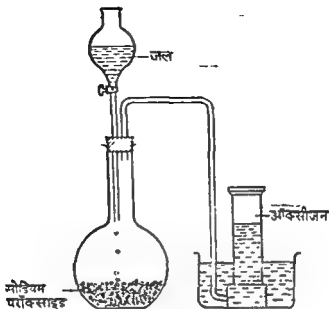
ऊपर दिये उपकरण में बनी ऑक्सीजन में कार्बन डाइऑक्साइड ( $\text{CO}_2$ ) और क्लोरीन ( $\text{Cl}_2$ ) की अशुद्धियाँ होना सम्भव है। ये अशुद्धियाँ कहाँ से आईं? मैग्नीज हाइड्रॉक्साइड शुद्ध न होने पर इनमें कार्बन की अशुद्धि होती है जो ऑक्सीजन में मिलकर कार्बन डाइऑक्साइड में परिणत हो जाती है। कुछ पोटैशियम क्लोरेट मैग्नीज हाइड्रॉक्साइड में अन्तर्भावित होकर क्लोरीन गैस बनाता है। इन अशुद्धियों को हटाने के लिए यदि गैस को सोडा-वाशम (सोडियम हाइड्रॉक्साइड और बूसे हुए घूने का मिश्रण) भरे एक U-ट्यूब में प्रवाहित किया जाय तो कार्बन डाइऑक्साइड और क्लोरीन दोनों ही सोपित हो जायेंगी और फिर गैस को पाँच के हटाव में शुद्ध अवस्था में एकत्र कर सकते हैं।

प्रयोग की आवश्यक सामग्रानिची

- (1) मैग्नीज हाइड्रॉक्साइड शुद्ध होनी चाहिए। साधारण नमूने में कुछ कार्बन की अशुद्धि होती है जो इस क्रिया में विस्फोट कर सकता है। यदि ऐसा हो तो प्रयोग करने से पहले एक परखनली में थोड़ा पोटैशियम क्लोरेट और मैग्नीज हाइड्रॉक्साइड मिलकर गर्म करके देख लें।
- (2) परखनली को उसके मुख की ओर थोड़ा झुकाकर लगाना चाहिए क्योंकि गर्म करते समय कुछ नमी जलवाष्प में बदलती है और परखनली के ठंडे स्थानों पर बूदों के रूप में एकत्र हो जाती है और फिर वह गर्म परखनली पर जाती है। ऐसा होने में परखनली के टूटने का डर रहता है।
- (3) परखनली के नीचे बर्नर हटाने में पहले निकास नली को द्रोणिका से बाहर निकाल देना चाहिए अन्यथा बर्नर हटाने पर परखनली ठंडी होकर बाहर से धातु अन्दर खींचेगी और उसके साथ जन अन्दर आकर गर्म परखनली को तोड़ देगा।
- (4) प्रयोगशाला में ऑक्सीजन सोडियम परॉक्साइड से भी प्राप्त कर सकते हैं। सोडियम परॉक्साइड ठंडे पानी से क्रिया करके ऑक्सीजन देता है।



प्रयोग—चित्र 12.4 के अनुसार एक उपकरण लगाओ। चपटी पेंदी के प्लान्क में दो छेद वाला कौंक लगाकर एक से निकास नली लगाओ और दूसरे से बिन्दुपाती कीप जिनमें जल गिराया जा सके। निकास नली मधुकोष शैल में होकर एक द्रोणिका के जल में डूबी रहे। कीप से पानी गिराते ही ऑक्सीजन गैस बनने लगती है जिसे जल से भरे गैस जार में जल के हटाव से भर लो।



चित्र 12.4—सोडियम परॉक्साइड से ऑक्सीजन प्राप्त करना

ऑक्सीजन बनाने के लिए व्यापारिक सोडियम परॉक्साइड, ऑक्सीलिथ' (Oxylith) के नाम से मिलता है। इसमें 98.32% सोडियम परॉक्साइड, 1% आयरन ऑक्साइड तथा 0.68% कॉपर मल्केट होता है। इसी प्रकार 'ओक्सीन' (Oxone) नाम का पदार्थ मिलता है जिसमें अल्प मात्रा में क्लोरोइडली मैंगनीज डाइऑक्साइड होता है जो सोडियम परॉक्साइड में ऑक्सीजन निकालने में उत्प्रेरक का काम करता है।

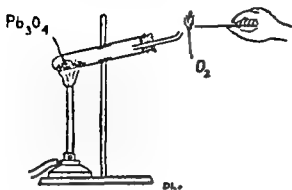
## 12.5 अन्य क्रियाओं से भी ऑक्सीजन प्राप्त की जा सकती है

### 1. धातुओं के ऑक्साइड को गर्म करके

प्रत्येक धातु का ऑक्साइड गर्म करने पर ऑक्सीजन नहीं देता। परन्तु मरकरी, सोना और चादी के ऑक्साइड और कुछ धातुओं के उच्च ऑक्साइड—जैसे मैंगनीज, लैंड, बेरियम, आदि—गर्म करने पर ऑक्सीजन निकालते हैं।



प्रयोग—एक परखनली में गीसे का सान ऑक्साइड ( $Pb_3O_4$ ) लो। परखनली में छोटी सी निचाम नली लगा हुआ कॉक लगाओ (चित्र 12.5)। परखनली को धीरे-धीरे गर्म करो। परखनली



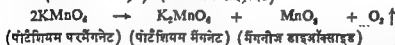
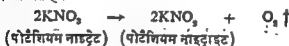
में क्या परिवर्तन हुआ? विकास नली के पाम एक जलती हुई तीली लाओ। देखो तीली की ज्वाला में क्या होता है? यही प्रयोग उपर्युक्त ऑक्साइडों से जो भी उपलब्ध हों करो और प्रत्येक बार तीली की ज्वाला का परीक्षण करो। हर पदार्थ से ऑक्सीजन गैस प्राप्त होती है।

2. ऑक्सी-अम्ल के लवणों को गर्म करके

कुछ ऑक्सी-अम्ल के लवण गर्म करने पर ऑक्सीजन देते हैं। ये लवण हैं—क्लोरेट, नाइट्रेट, परमैंगनेट। इनमें से पोटैशियम क्लोरेट को गर्म करके

चित्र 12.5— $Pb_3O_4$  से निकाली ऑक्सीजन का परीक्षण

प्रयोगशाला विधि में तुम परिचित हो। अब देखें पोटैशियम नाइट्रेट और पोटैशियम परमैंगनेट किस प्रकार ऑक्सीजन देते हैं :



प्रयोग—चित्र 12.5 के अनुसार उपकरण लगाओ और परखनली में पोटैशियम नाइट्रेट गर्म करो और जिस प्रकार पिछले प्रयोग में ऑक्सीजन का परीक्षण किया था उसी प्रकार जलती हुई तीली से यही भी परीक्षण करो। क्या यहां पर वही देखते हो कि ज्वाला और तीली हो जाती है?

3. जल के विद्युत अपघटन से

तुमने पिछले अध्याय में पढ़ा है कि यदि अम्ल मिले जल में विद्युत धारा प्रवाहित करें तो जल विघटित होकर कैथोड पर हाइड्रोजन और ऐनोड पर ऑक्सीजन देता है। इस विधि से हाइड्रोजन के साथ-साथ ऑक्सीजन भी प्राप्त हो जाती है :



आद्योगिक रूप से ऑक्सीजन वायु से प्राप्त की जाती है। अधिक दाब देकर वायु को द्रव में बदलते हैं और फिर इस द्रव का आंशिक आमचन (Fractional Distillation) करके ऑक्सीजन प्राप्त कर लेते हैं। इस द्रव ऑक्सीजन को सिलिण्डरों में अत्यधिक दाब पर भर देते हैं। तुमने ऐसे ही सिलिण्डर वेल्डिंग (Welding) करने वाली दुकान व फैक्टरी में देखे होंगे। आक्सी-एसिटिलीन ज्वाला की टॉर्च इस कार्य में प्रयोग की जाती है।

## 12.6 ऑक्सीजन के भौतिक गुण.

1. ऑक्सीजन साधारण ताप पर एक रंगहीन, गंधहीन व स्वादहीन गैस है।

2. वायु से थोड़ा भारी होती है क्योंकि इसका घनत्व वायु की तुलना में 1.43 ग्राम प्रति लीटर है।
3. जल में कुछ विलय करती है। 0° से. पर 100 आयतन जल में लगभग 5 आयतन ऑक्सीजन विलेय होती है तथा 20° से. पर 3 आयतन विलय होती है। जल में रहने वाली मछलियाँ, आदि इसी विलेय ऑक्सीजन पर निर्भर रहती हैं।
4. अत्यधिक दाब देकर ऑक्सीजन को हल्के नीले द्रव (आपेक्षिक घनत्व 1.13) में बदला जा सकता है। इस द्रव का क्वथनांक  $-180^{\circ}$  से. होता है। अधिक ठण्डा करने पर इसे ठोस (गलनांक  $-218.8$  से.) बना सकते हैं जो सफेदी लिये हल्के नीले रंग का होता है। द्रव की ऑक्सीजन चुम्बक से आकर्षित हो जाती है।

## 12.7 ऑक्सीजन के रासायनिक गुण

### 1. लिटमस पर प्रभाव

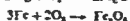
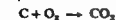
ऑक्सीजन के गैस जार में एक भीला नीला लिटमस डालो। देखो क्या होता है? इसके बाद उसी जार में नीला सास लिटमस डालो और बड़ी परीक्षण करो। तुम देखोगे कि दोनों प्रकार के लिटमस पर गैस का कोई प्रभाव नहीं पड़ता। इससे यह निष्कर्ष निश्चलता है कि लिटमस के प्रति गैस उदासीन है।

### 2. ऑक्सीजन अग्निजलनशील गैस है पर जलने में सहायक है

तुमने प्रीस्टले का प्रयोग पढ़ा है और ऑक्सीजन के बनाने की विधियों में भी कुछ प्रयोग किये हैं जहाँ पर बनी हुई ऑक्सीजन का परीक्षण किया था। प्रत्येक परीक्षण में तुमने देखा कि यदि जलती हुई तीली जार के अन्दर से जाते हैं या उसे निवास नली के मुँह के पास लाते हैं तो गैस की उपस्थिति में वह अत्यधिक तीव्रता से और प्रकाश के साथ जलने लगती है।

प्रयोग—चित्र 12.6 के अनुसार कुछ और पदार्थों का ऐसे ही अध्ययन करें। एक उर्दहन चामच में सुलगता हुआ कोयला रखो और उसे ऑक्सीजन के जार में से जाओ। क्या कोयला और तेजी से जलता है? क्या ऑक्सीजन जलती है? इसी प्रकार के परीक्षण जलती हुई तीली, गंधक, फास्फोरस, सोडियम, मैग्नीशियम का तार और सोढ़े की रूई (Steel Wool) भी जार में डाल कर प्रत्येक बार देखो कि जार में क्या होता है? तुम पाओगे कि प्रत्येक पदार्थ अत्यधिक तीव्रता से जलने लगता है और हम क्रिया में इनकी उष्मा उत्पन्न होती है कि प्रकाश भी निकलने लगता है। इससे हम यह कह सकते हैं कि ऑक्सीजन स्वयं अग्निजलनशील न होने हुए, दहन में सहायता करती है।

प्रत्येक प्रयोग में पदार्थ ऑक्सीजन से मिलकर ऑक्साइड बनाने हैं जो गैस जार में एक्ल हो जाते हैं और जिनके विभिन्न परीक्षण किये जा सकते हैं। यह क्रियाएँ इस प्रकार दिखा सकते हैं :



चित्र 12.6—

ऑक्सीजन में

पदार्थों का दहन



### 3. ऑक्सीजन की अन्य पदार्थों के साथ क्रिया

उपर्युक्त क्रियाओं के अतिरिक्त ऑक्सीजन की और भी मुख्य क्रियाएँ हैं, जैसे—

#### (अ) हाइड्रोजन से :

पिछले अध्याय में तुमने पढ़ा है कि हाइड्रोजन को वायु अथवा ऑक्सीजन में जलाने से जल बनता है।



#### (ब) सल्फर डाइऑक्साइड से

उत्प्रेरक की उपस्थिति में सल्फर ट्राइऑक्साइड बनाती है।



इस क्रिया को सल्फ्यूरिक अम्ल के औद्योगिक उत्पादन में सैनेडियम पेंटऑक्साइड उत्प्रेरक की उपस्थिति में काम में लाते हैं।

#### (स) अमोनिया से

प्लैटिनम (उत्प्रेरक) की उपस्थिति में  $800^\circ\text{C}$  पर अमोनिया नाइट्रिक ऑक्साइड में परिणत हो जाती है।



इस विधि का प्रयोग नाइट्रिक अम्ल के औद्योगिक उत्पादन में करते हैं।

## 12.8 ऑक्सीजन के उपयोग तथा दैनिक जीवन में आवश्यकता

### 1. ऑक्सीजन के बिना जीना सम्भव नहीं है

कुछ निम्न वर्ग के जीव-जन्तुओं को छोड़ कर प्रत्येक जीवधारी को ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है। मनुष्य के श्वास से ऑक्सीजन फेफड़ों में रक्त में शोषित होकर शरीर के प्रत्येक भाग में जाती है। इस प्रकार वह प्रत्येक सेल में ऑक्सीकरण क्रिया करके जो ऊष्मा निकालती है उसी से शरीर का ताप स्थिर रहता है। इस क्रिया के बन्द होते ही प्राण निकल जाते हैं। मछलियाँ और जल-जीव, पानी की विलेय ऑक्सीजन का प्रयोग करते हैं। वायुयान चालक, पर्वतारोही, समुद्री गोताखोर, खदानों में काम करने वाले तथा अस्पताल में रोगियों को कृत्रिम श्वास के लिए ऑक्सीजन की आवश्यकता होती है।

### 2. दैनिक जीवन में ऑक्सीजन

वस्तुओं के जलने में ऑक्सीजन की आवश्यकता है। ईंधन (जैसे कोयला, लकड़ी, तेल, पेट्रोल, डीजल, आदि) के जलने में ऊष्मा उत्पन्न कराके यांत्रिक, वैद्युतिक तथा अन्य ऊर्जाएँ बना कर अनेकों उद्योग चलते हैं।

3. वेल्डिंग (Welding) में ऑक्सीजन-एसिटिलीन तथा ऑक्सी-हाइड्रोजन ज्वाला धन प्रयोग वेल्डिंग तथा लोहे के काटने में किया जाता है।

4. रासायनिक उद्योगों में अम्ल, आदि बनाने के काम में ऑक्सीजन एक ऑक्सीकारक का रूप में प्रयोग करते हैं।

5. शुद्ध द्रव ऑक्सीजन का आधुनिक प्रयोग राकेट ईंधन में बहुत होता है।

6. फेन्टो-फेन्टो: द्रव्य में मैग्नीशियम का पतला तार अथवा एल्यूमिनियम का पतला पत्र होता है और ऑक्सीजन देग धरी होती है। जिन समान कमरे का बटन दवाने है तो बत्त से विद्युत प्रवाह होती है और मैग्नीशियम अथवा एल्यूमिनियम गर्म होता है। इस अवस्था में ऑक्सीजन से क्रिया होकर मैग्नीशियम अथवा एल्यूमिनियम ऑक्साइड बनकर चौंधिया देने वाला प्रकाश देने है जिसमें कमरा काम कर जाता है।

## ऑक्सीकरण तथा दहन (Oxidation and Combustion)

किसी पदार्थ—तत्त्व अथवा यौगिक—का ऑक्सीजन से संयोग कर के नये पदार्थ बनाना ऑक्सीकरण कहलाता है जिसका विस्तृत अध्ययन तुम कर चुके हो। कोयले, सबड़ी, तेल, पागज, आदि का वायु में जलना भी ऑक्सीकरण ही होता है। परन्तु इससे ऊष्मा और प्रकाश मिलता है।

**129 दहन (Combustion)** यह रासायनिक क्रिया है जिसमें किसी पदार्थ का ऑक्सीकरण होकर ऊष्मा और प्रकाश उत्पन्न हों।

दहन क्रिया को दो धरों में रखा जा सकता है—

### 1 स्थल: दहन

यह तीव्र ऑक्सीकरण क्रिया है जिसके कुछ उदाहरण ऊपर दिये हैं। इसके अतिरिक्त कुछ उदाहरण इस प्रकार हैं—

घनेत फास्फोरस का एक छोटा टुकड़ा चिमटी से पकड़कर वायु में थोड़ी देर रखो। तुम देखोगे कि कुछ समय पश्चात् वह स्वयं जलने लगता है। ऐसा क्यों हुआ? तुम कोई चिमटारी अथवा ज्वालना उसके पास नहीं लाये थे।

इस प्रकार तुमने सुना होगा कि भूरे, सूखी घास एवं पत्तियों के ढेर में अपने आप लग जाती है। कोयले के चूर्ण और तेल से भीगे धोपड़ों में भी इसी प्रकार के प्रकरण सुने होंगे। यह कैसे और क्यों होता है? देखो, इन सब पदार्थों का वायु की ऑक्सीजन से स्वतः ऑक्सीकरण होता रहता है, इस क्रिया से ऊष्मा उत्पन्न होती है और यह पदार्थ ऊष्मा के सुचालक होने के कारण इस ऊष्मा को बाहर नहीं जाने देते और एक अवस्था आ जाती है जब वह स्वयं जलने लगते हैं। यही कारण है कि ऐंगे पदार्थों को किसी बन्द कमरे में नहीं रखते और कोयले के भण्डारों में जब सब जल डाल कर कोयले को गीला रखते हैं।

उपर्युक्त वर्णन से एक और तथ्य सामने आता है। वह यह कि प्रत्येक वस्तु के दहन के लिए एक निश्चित तापक्रम की आवश्यकता होती है जिसके बिना उस वस्तु का दहन नहीं हो सकता। इस तापक्रम तक जब वह वस्तु नहीं पहुँच जाती, दहन होना असम्भव है। यह तापक्रम, जिस पर कोई पदार्थ प्रज्वलित होकर जलना ही रहता है, उस पदार्थ का प्रज्वलन तापक्रम (Kindling Temperature) कहलाता है। सुगमता में जलने वाले पदार्थों का प्रज्वलन तापक्रम कम होता है और कठिनता से जलने वालों का प्रज्वलन तापक्रम अधिक होता है।

एक ही पदार्थ का प्रज्वलन तापक्रम विभिन्न अवस्थाओं में भिन्न होता है। जैसे सोहे की छड़ सुगमता से नहीं जल सकती परन्तु सोह चूर्ण, जिसके कण छोटे होते हैं, सुगमता से प्रज्वलित

किये जा सकते हैं। यही कारण है कि आटे की मिलों, स्टार्च की फैक्ट्रियों, अनाज के गोदामों व कोयले की खानों में इन्हीं कारणों से विस्फोट होते हैं। प्रज्वलन भी दहन क्रिया का एक रूप है।

## 2. मंद ऑक्सीकरण (Slow Oxidation)

लोहे में जंग (Rust) लगना एक मंद ऑक्सीकरण क्रिया है। इसी प्रकार लकड़ी का सड़ना भी इसी वर्ग की एक क्रिया है। ऐसी क्रियाओं में प्रकाश उत्पन्न नहीं होता और जो ऊष्मा उत्पन्न होती है उसे साधारण उपकरणों से भाषा भी नहीं जा सकता। परन्तु यह सिद्ध किया जा चुका है कि मंद ऑक्सीकरण में भी ऊष्मा उत्पन्न होती है। जूगनू का प्रकाश भी इसी तथ्य का प्रमाण है। इसमें कुछ जटिल पदार्थों का मंद ऑक्सीकरण होने से प्रकाश मिलता है।

हमारे श्वास लेने से जो ऑक्सीजन रक्त से मिलकर ऑक्सीकरण क्रिया से ऊष्मा उत्पन्न करती है उससे हमारे शरीर का ताप स्थिर बना रहता है।

## ऑक्साइड

(Oxides)

### 12.10 ऑक्साइड क्या है?

ऑक्सीजन की क्रियाओं का अध्ययन करते समय तुमने देखा है कि कार्बन (कोयला) जलकर कार्बन डाइऑक्साइड ( $\text{CO}_2$ ), गंधक जलकर सल्फर डाइऑक्साइड ( $\text{SO}_2$ ), मैग्नीशियम जलकर मैग्नीशियम ऑक्साइड बनाता है। बने हुए प्रत्येक पदार्थ में एक तत्व के साथ ऑक्सीजन है।

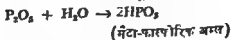
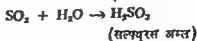
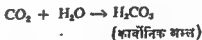
तत्त्व एवं ऑक्सीजन के संयोग से जो यौगिक बनता है उसे ऑक्साइड कहते हैं।

### 12.11 ऑक्साइडों का वर्गीकरण कर सकते हैं

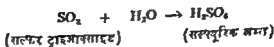
ऑक्साइडों के गुणों के आधार पर इनका वर्गीकरण किया जा सकता है। ये वर्ग इस प्रकार हैं:

#### 1. अम्ल ऑक्साइड (Acidic Oxides)

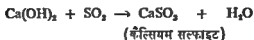
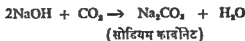
कार्बन डाइऑक्साइड, सल्फर डाइऑक्साइड, फास्फोरस पेंटऑक्साइड, आदि पदार्थ तुमने ऑक्सीजन की क्रियाओं का अध्ययन करते समय बनाये थे। यदि उस समय गैस जार में गीला नीला लिटमस डाल कर देखें तो पायेंगे कि वह लाल हो जाता है जिससे सिद्ध होता है कि यह ऑक्साइड अम्लीय हैं। ऐसा इस कारण हुआ कि यह पदार्थ जल से मिल कर अम्ल में परिवर्तित हो गये जिसका प्रभाव नीले लिटमस पर पड़ा।



इसी प्रकार



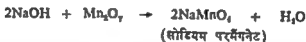
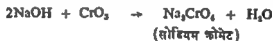
इसके अतिरिक्त अम्लीय आक्साइड क्षारक से क्रिया करके लवण बनाते हैं।



जो ऑक्साइड क्षारक (Basic) से क्रिया करके लवण और जल बनाते हैं वह अम्ल ऑक्साइड कहलाते हैं।

जो ऑक्साइड जल से क्रिया करके अम्ल देते हैं उन्हें अम्ल एनहाइड्राइड (Acid Anhydride) भी कहते हैं, जैसे कार्बन डाइऑक्साइड (कार्बोनिक एनहाइड्राइड), सल्फर डाइऑक्साइड (सल्फ्यूरस एनहाइड्राइड) मल्फर ट्राइऑक्साइड (सल्फ्यूरिक एनहाइड्राइड), (फास्फोरस पेंटाऑक्साइड), (फास्फोरिक एनहाइड्राइड) आदि। (देखो ऊपर लिखे समीकरण जिसमें ऑक्साइड पानी से क्रिया करके अम्ल बनाती है।)

ऊपर बताई क्रियाओं से हमने देखा कि अम्ल ऑक्साइड धातुओं से प्राप्त होती हैं। पर यह आवश्यक नहीं है। कुछ धातुओं के ऑक्साइड अम्लीय होते हैं। जैसे—क्रोमिक एनहाइड्राइड ( $\text{CrO}_3$ ) और परमैंगनेट एनहाइड्राइड ( $\text{Mn}_2\text{O}_7$ ) क्योंकि यह ऑक्साइड क्षार से मिलकर लवण और जल बनाते हैं।



## 2. क्षारकीय ऑक्साइड (Basic Oxides)

हमने ऑक्सीजन गैस का परीक्षण करते समय यह देखा कि सोडियम ऑक्सीजन गैस के जार में जलता रहता है। यदि उस जार में जल डाल कर सात मिटमम अथवा फिटोनियमीन से रंग देखें तो पायेंगे कि मिटमम नीला हो जाता है और फिटोनियमीन गुलाबी। इससे यह सिद्ध हुआ कि सोडियम का ऑक्साइड जल में विलेय होकर क्षार बनाता है।



प्रयोग—एक परछनली में बिना बुझा चूना ( $\text{CaO}$ ) लो और कुछ बूद जल डालो। फिर दो बूद फिटोनियमीन डालो। परछनली में रंग बन गया। यही प्रयोग बेरियम ऑक्साइड ( $\text{BaO}$ ) से भी दोहराओ। इन क्रियाओं को सोडियम ऑक्साइड से क्रिया के आधार पर हम प्रकार बना सकते हैं—



(कैल्शियम ऑक्साइड)      (कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड)

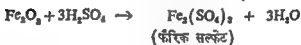
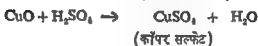
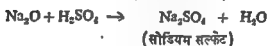
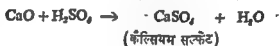
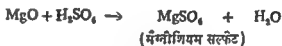


(बेरियम ऑक्साइड)      (बेरियम हाइड्रॉक्साइड)

इस प्रकार यह ऑक्साइड जल में घुलकर हाइड्रॉक्साइड बनाते हैं।

**प्रयोग—**ऊपर का प्रयोग कॉपर ऑक्साइड ( $\text{CuO}$ ) और फेरिक ऑक्साइड ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) से भी करो। क्या फिनोल्फथैलीन से कोई रंग आता है ? तुम पाओगे कि यह ऑक्साइड जल से क्रिया नहीं करते और इसी कारण फिनोल्फथैलीन में कोई रंग नहीं मिलता।

**प्रयोग—**अब एक प्याली में अलग-अलग मैग्नीशियम ऑक्साइड ( $\text{MgO}$ ), कैल्सियम ऑक्साइड ( $\text{CaO}$ ), सोडियम ऑक्साइड ( $\text{Na}_2\text{O}$ ), कॉपर ऑक्साइड ( $\text{CuO}$ ) तथा फेरिक ऑक्साइड ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) लो और प्रत्येक प्याली में थोड़ा तनु सल्फ्यूरिक अम्ल डालो। देखो क्या होता है ? प्रत्येक प्याली का ऑक्साइड विलेय हो जाता है। इस विलयन को वाष्पन से प्रत्येक धातु का सल्फेट प्राप्त हो जाता है। यह क्रियाएं इस प्रकार होती हैं—



उपर्युक्त क्रियाओं से तुमने देखा कि प्रत्येक धातु का ऑक्साइड अम्ल से क्रिया करके तथा जल बनाता है परन्तु कुछ धातुओं के ऑक्साइड जल के साथ भी क्रिया करके हाइड्रॉक्साइड बनाते हैं।

यह ऑक्साइड जो अम्ल के साथ क्रिया करके लवण तथा जल बनाते हैं क्षारकीय ऑक्साइड (Basic Oxides) कहलाते हैं।

क्षारकीय ऑक्साइड के जलीय विलयन को क्षार (Alkali) कहते हैं।

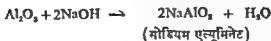
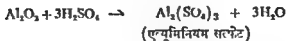
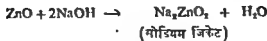
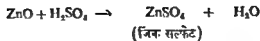
### 3. उभयधर्मी ऑक्साइड (Amphoteric Oxides)

कुछ धातुओं के ऑक्साइड अम्ल और क्षार दोनों से क्रिया करके लवण व जल बन जाते हैं—एल्युमिनियम ऑक्साइड ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), जिंक ऑक्साइड ( $\text{ZnO}$ ), टिन ऑक्साइड ( $\text{SnO}$ ), आर्सेनियम ऑक्साइड ( $\text{As}_2\text{O}_3$ ), आदि।

**प्रयोग—**एक परखनली में थोड़ा जिंक ऑक्साइड लो और इसमें 2-3 मिली. तनु सल्फ्यूरिक अम्ल डालकर गरम करो। इसी प्रकार दूसरी परखनली में जिंक ऑक्साइड लो और उसमें कॉस्टिक सोडा विलयन डालकर गरम करो। देखो क्या प्रतिक्रिया होती है ? तुम पाओगे कि दोनों परखनली में जिंक ऑक्साइड विलय हो जाता है।

यही प्रयोग एल्युमिनियम, टिन तथा आर्सेनिक के ऑक्साइड लेकर अलग-अलग अम्ल और क्षार की क्रिया का अध्ययन करो।

यह क्रियाएं इस प्रकार होती हैं :



इन क्रियाओं से यह निष्कर्ष निव्यवता है कि यह ऑक्साइड अम्लीय भी है और क्षारीय भी।

यह ऑक्साइड ओ अम्ल और क्षार दोनों से क्रिया करके लवण तथा जल बनाते हैं, उभय-धर्मी ऑक्साइड (Amphoteric Oxides) कहलाते हैं।

#### 4. उदासीन ऑक्साइड (Neutral Oxides)

यह ऑक्साइड जो क्षार व अम्ल विस्रो से भी क्रिया करके लवण तथा जल नहीं बनाते उदासीन ऑक्साइड कहलाते हैं। उदाहरणार्थ जल ( $\text{H}_2\text{O}$ ), कार्बन मोनोक्साइड ( $\text{CO}$ ), नाइट्रस ऑक्साइड ( $\text{N}_2\text{O}$ ) तथा नाइट्रिक ऑक्साइड ( $\text{NO}$ )।

#### 5. उच्चतर आक्साइड (Highest Oxides)

यह ऑक्साइड जिनमें संयोजकता के अनुसार जितनी ऑक्सीजन होनी चाहिए उससे अधिक हो उन्हें उच्चतर ऑक्साइड कहते हैं।

इन्हें दो भागों में बाँटा गया है

(i) पराक्साइड

(ii) पॉली ऑक्साइड

पराक्साइड वह ऑक्साइड है जिनमें संयोजकता के अनुसार जितनी ऑक्सीजन की मात्रा हो उससे अधिक हो परन्तु तनु खनिज अम्लों के साथ क्रिया करने पर हाइड्रोजन पराक्साइड दें। उदाहरणार्थ बेरियम एवं सोडियम पराक्साइड।



पॉली ऑक्साइड—ये ऑक्साइड भी पराक्साइड की तरह संयोजकता के अनुसार जितनी ऑक्सीजन होनी चाहिए उससे अधिक रखते हैं परन्तु ये तनु खनिज अम्लों के साथ क्रिया करने पर हाइड्रोजन पराक्साइड नहीं देते हैं। उदाहरणार्थ मैंगनीज डाइऑक्साइड एवं लैंड पराक्साइड।

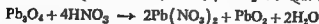


#### 6. सब-आक्साइड (Sub-Oxides)

यह ऑक्साइड जिनमें संयोजकता के अनुसार जितनी ऑक्सीजन होनी चाहिए उससे कम होती है उन्हें सब ऑक्साइड कहते हैं। उदाहरणार्थ, कार्बन सब-ऑक्साइड  $\text{C}_2\text{O}$ , पोटेशियम सब-ऑक्साइड  $\text{K}_2\text{O}$ , मिल्बर सब-ऑक्साइड  $\text{Ag}_2\text{O}$ ।

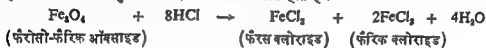
## 7. मिश्रित ऑक्साइड (Mixed Oxides)

कुछ ऑक्साइड ऐसे होते हैं कि जो अपने रासायनिक व्यवहार से दो ऑक्साइडों के बने प्रतीत होते हैं। जैसे—ताल लैंड ( $Pb_3O_4$ ) जो दो ऑक्साइड का संयुक्त यौगिक प्रतीत होता है— $2PbO \cdot PbO_2$ । यदि ताल लैंड को नाइट्रिक अम्ल ( $HNO_3$ ) से क्रिया कराये तो लैंड नाइट्रेट,  $Pb(NO_3)_2$  विलयन में मिलता है और लैंड डाइऑक्साइड,  $PbO_2$  बच रहता है।



(ताल लैंड) (नाइट्रिक अम्ल) (लैंड नाइट्रेट) (लैंड डाइऑक्साइड)

इसी प्रकार फेरोसो-फेरिक ऑक्साइड ( $Fe_3O_4$ ) और मैंगनीज ऑक्साइड ( $Mn_3O_4$ ) भी ऐसी ही क्रिया करके दो संयुक्त ऑक्साइड का मिश्रण प्रतीत होते हैं।



जल

(Water)

**12.12** यह हमें सर्व प्रकार विदित है कि जल हमारे दैनिक जीवन में कितना महत्व रखता है। वायु और जल दो ऐसे प्रमुख पदार्थ हैं जिनके बिना जीवन सम्भव नहीं हो सकता। पृथ्वी के तल का तीन चौथाई भाग जल है और मनुष्य के शरीर का दो तिहाई भाग जल ही है। परन्तु आश्चर्य है कि यह पदार्थ अठारहवीं शताब्दी के अन्त तक एक तत्त्व माना जाता रहा था। इसका कारण उस समय में उपलब्ध साधन और उपकरण हो सकते हैं। सर्वप्रथम 1784 में कौबेण्डिश ने इस पदार्थ को हाइड्रोजन व ऑक्सीजन का एक यौगिक सिद्ध किया और इस तथ्य की पुष्टि लैवोमिये ने की जब उसने जल का संगठन ज्ञात किया।

कठोर तथा मृदु जल

(Hard and Soft Water)

## 12.13 साबुन ॥ नहाने अथवा बस्न घोंटे समय एक विशेष अनुभव

तुमने साबुन का प्रयोग तो किया ही होगा। क्या तुमने अनुभव किया है कि कुएँ, झील अथवा नदी से नहाने या बस्न घोंटे समय साबुन को रगड़ते रहने पर भी झाग नहीं उत्पन्न होते जब तक कि साबुन को अधिक देर तक रगड़ा न जाये? इसके साथ-साथ एक श्वेत अवशेष बच रहता है और न तो बदन की हींठीक सफाई होती और न बस्न ही साफ होता है। क्या तुमने इसका कारण सोचा कि ऐसा क्यों होता है? आओ, एक प्रयोग करें।

प्रयोग—दो परखनली लो। एक में कुएँ अथवा झील का पानी लो और दूसरी में आसूत जल (Distilled Water) लो। दोनों परखनली में साबुन के टुकड़े बराबर मात्रा में डालो और दोनों को एक साथ बराबर समय के लिए हिलाओ। थोड़े समय तक ऐसा करने के बाद देखो कि दोनों परखनली में झाग बने अथवा नहीं और यदि बने तो एक में दूगरे में कम या अधिक। तुम देखोगे कुएँ के जल वाली परखनली में कम झाग बने हैं और आसूत जल वाली परखनली में अधिक।

जो जल साबुन में थोड़ा तथा कठिनता से झाग दे उसे कठोर जल कहते हैं।

झील या घाटा कुआ, तालाब, नदी, समुद्र, खोन, आदि प्राकृतिक जल इस प्रयोग में कम झाग देंगे क्योंकि यह कठोर जल होते हैं।

जो जल साबुन के साथ सुगमता से अधिक झाग दे, उसे मृदु जल कहते हैं।

आमृत जल, नल का जल, चपा का जल, मीठे कुएँ का जल अथवा रामायनिक क्रिया से प्राप्त जल मृदु जल होते हैं।

जल कठोर क्यों होता है?

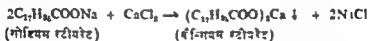
इसका कारण जानने के लिए एक प्रयोग करें।

प्रयोग—एक परखनली में थोड़ा आमृत जल लेकर उसमें कुछ कैल्सियम क्लोराइड ( $\text{CaCl}_2$ ) डालो। हिप्पाने पर यह लवण विलेय हो जायेगा। अब इसी परखनली में थोड़े साबुन के टुकड़े डालकर अच्छी तरह से हिप्पाओ। हिप्पाने के बाद परखनली का गरीब्रण करो। तुम देखोगे कि जल में झाग नहीं उत्पन्न हुए और एक श्वेत अवशेष बन रहा। यह क्रिया एसी ही हुई जैसी कि तुमने पहिले प्रयोग में कठोर जल से की थी। यदि जल में कैल्सियम क्लोराइड न प्रयोग किया होता तो जल में प्रसृत झाग बन जाते। तो क्या जल में कठोरता कैल्सियम क्लोराइड के कारण हो गयी? हाँ ऐसा ही हुआ।

यह देखा गया है कि यदि जल में कैल्सियम अथवा मैग्नीशियम के लवण घुसे होते हैं तो यह जल कठोर हो जाता है। ये लवण इस धातुओं के क्लोराइड, सल्फेट व बाइकार्बोनेट होते हैं।

## 12.14 कठोर जल से साबुन में झाग क्यों नहीं बिये ?

माधारण साबुन बना अम्लो (Fatty Acids) जैसे स्ट्यरिक, पाम्रीटिक और ओलीइक अम्ल के सोडियम लवण होते हैं। यह जल में विलेय है। परन्तु जल में विलेय कैल्सियम अथवा मैग्नीशियम के लवणों में, जो कठोर जल में पहिले से ही उपस्थित हैं, क्रिया करने हैं और एक श्वेत अवशेष रह जाता है -



(सोडियम स्टीरियेट)

(कैल्सियम स्टीरियेट)

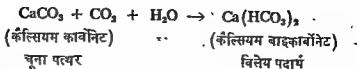
अवशेष

जो साबुन झाग पाने के लिए प्रयोग किया जा वह कैल्सियम का अवशेष बना बन गया हो जाता है और शरीर अथवा वस्त्र पर बिबट कर रह जाता है।

## 12.15 प्रकृति में कठोर जल क्यों बना ?

यह तो तुम जानते ही हो कि जल एक अम्लता विनैय है। जब यह जल लंबे स्थानों में प्रवाहित होता है जहाँ पर कैल्सियम तथा मैग्नीशियम के विलेय अवशेष होते हैं तो वह इन लवणों को विलय कर लेता है। इसके अनतिरिक्त जब वर्षा का जल बादलों में लंबे स्थानों में प्रवाहित होता है तो बादल बारबार बारिश हो जाते हैं। बारिश बारबार बारिश होकर जल पट्टा बनकर  $(\text{CaCO}_3)$  के माध्यम से आने पर उन्हें कैल्सियम बाइकार्बोनेट में बदल देता है जो जल में विलेय है -





कैल्सियम तथा मैग्नीशियम के यही विलेय लवण जल को कठोर बना देते हैं।

## 12.16 जल में कठोरता कितने प्रकार की होती है ?

क्या तुमने कभी खारी कुएँ का पानी उबालने के बाद बर्तन को देखा है और इस उबले हुए पानी से साबुन की क्रिया देखी है ? तुमने इस बर्तन में कुछ श्वेत पदार्थ पंखी में जमा देखा होगा और इस उबले पानी से साबुन के झाग पर्याप्त मात्रा में पाये होंगे। ऐसा क्यों और कैसे हुआ ? उबालने से कठोर पानी मुड़ हो गया और साबुन ने झाग दे दिये। इससे हम निम्न निष्कर्ष निकालते हैं :

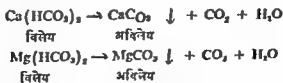
1. जल की वह कठोरता जो उबालने से दूर हो जाती है अस्थायी कठोरता (Temporary Hardness) कहलाती है।
2. जल की वह कठोरता जो उबालने से दूर नहीं की जा सकती, स्थायी कठोरता (Permanent Hardness) कहलाती है।

## 12.17 अस्थायी कठोरता और उसे दूर करना

प्रयोग—जल से थोड़ा जल एक बीकर में लो। इसमें थोड़ा कैल्सियम बाइकार्बोनेट डोलो। अब यह जल साबुन के साथ झाग नहीं देता। क्यों ? यह अब कठोर जल बन गया क्योंकि इसमें कैल्सियम का लवण हो गया। इस जल को थोड़ी देर उबालो। क्या श्वेत पदार्थ बीकर में धँठने लगता है ? इसे छान कर अलग कर लो और फिर इस छने हुए जल से साबुन की क्रिया करा कर झाग उठाओ। देखो, झाग उठने लगते हैं। यही प्रयोग मैग्नीशियम बाइकार्बोनेट से भी करो। इससे हम निष्कर्ष निकालते हैं कि जल में अस्थायी कठोरता कैल्सियम तथा मैग्नीशियम के बाइकार्बोनेट के कारण होती है।

अस्थायी कठोरता को कैसे दूर करें

1. अस्थायी कठोर जल को उबालने से विलेय बाइकार्बोनेट अविलेय अवस्था में परिणित होकर अलग-अलग किये जा सकते हैं :

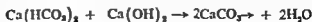


उबलते हुए जल को छान कर अवशेष अलग करके मूँव जल प्राप्त कर लेते हैं।

2. घन सोडा ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) या अमोनियम हाइड्रोजनसल्फेट से अस्थायी कठोरता दूर करते हैं। अस्थायी कठोर जल में यह पदार्थ मिलाने से कैल्सियम कार्बोनेट पर उबले अवशेष अलग हो जाता है और जल मुड़ हो जाता है :



3. क्वार्ट्ज विधि में अर्थाई कठोर जल को मृदु बनाने है। इस विधि में कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  की आवश्यकता मात्रा मिलाने से वाइकार्बोनेट, कार्बोनेटो में परिवर्तित होकर अवशेष बना देने है और जल मृदु हो जाता है। अवशेष को छान कर अलग कर लेते है।



## 12.18 स्थाई कठोरता को दूर करें :

स्थायी कठोरता जल उबालने से दूर नहीं हो पाती क्योंकि उसमें कैल्शियम और मैग्नीशियम के कार्बोहाइड्रेट व सल्फेट विनय रहते हैं जो उबालने से अविलेय नहीं हो पाते। इसलिए स्थाई कठोरता दूर करने के लिए अन्य विधियों उपयोग में लाते हैं।

1. घबन सोडा अथवा कार्बोनाट सोडा ( $\text{NaOH}$ ) मिलाकर स्थाई कठोरता दूर कर सकते हैं। ये पदार्थ मिलाने में कैल्शियम और मैग्नीशियम के अविलेय कार्बोनेट अथवा हाइड्रॉक्साइड बनकर अवशेषित हो जाते हैं और इन्हें छान कर अलग कर लिया जाता है।



इन क्रियाओं में कैल्शियम कार्बोनेट, कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड से कम विलेय है जबकि मैग्नीशियम हाइड्रॉक्साइड मैग्नीशियम कार्बोनेट से कम विलेय है। इसलिए जब जल में कैल्शियम के लवण अधिक होते हैं तो सोडियम कार्बोनेट अधिक प्रभावशाली होता है और जब मैग्नीशियम के लवण अधिक होते हैं तो सोडियम हाइड्रॉक्साइड (कॉस्टिक सोडा) ठीक रहता है। यदि जल में कार्बन डाइऑक्साइड उपस्थित है तो कॉस्टिक सोडा अधिक उपयुक्त रहता है क्योंकि कॉस्टिक सोडा कार्बन डाइऑक्साइड से क्रिया करके पहले सोडियम कार्बोनेट बनाता है जो तत्पश्चात् धातुओं के कार्बोनेट अवशेषित कर देता है।



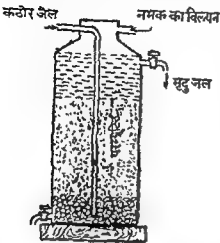
यहाँ पर कॉस्टिक सोडा के दो कार्य हैं

- (अ) विलेय लवण को अविलेय कार्बोनेट में परिवर्तित करना और
- (ब) जल में उपस्थित कार्बन डाइऑक्साइड को निष्कासित करना जो यदि जल में रही तो अविलेय (अवशेष) कार्बोनेट को फिर विलेय वाइकार्बोनेट में परिणित कर सकती है।

2. सारक-विनिमय विधि (Base-Exchange Process) — इस विधि में स्थायी कठोरता औद्योगिक रूप से दूर की जा सकती है। इस विधि में जियोलाइट (Zeolite) नाम के पदार्थ का प्रयोग करते हैं। यह एक प्राकृतिक जटिल पदार्थ है। यदि इसे कृत्रिम रूप में बनायें तो इसे परम्यूटिट (Permutit) कहते हैं। इसे सोडियम कार्बोनेट ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), एल्यूमिना ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) और गिट्टर

( $\text{SiO}_2$ ) के मिश्रण को गर्म करके प्राप्त करते हैं। रासायनिक दृष्टि में यह सोडियम-एल्यूमिनो-सिलीकेट ( $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ) होता है। संक्षिप्त रूप से इसे  $\text{Na}_2\text{Ze}$  से प्रदर्शित करते हैं।

कठोरता दूर करने के लिए जल को एक सिलिण्डर के आकार की टंकी (चित्र 12.7) में



चित्र 12.7—परम्पूटिट विधि

प्रवाहित करते हैं और निकास नल से मृदु जल प्राप्त कर सकते हैं। ऐसा करने से जल में बिलेय कैल्सियम और मैग्नीशियम के लवण परम्पूटिट से मिलकर अविलेय परम्पूटिट बन जाते हैं और जल मृदु हो जाता है :



इस प्रकार जल से कैल्सियम और मैग्नीशियम परम्पूटिट से लेता है और कुछ समय बाद उसका सारा सोडियम इन धातुओं के परम्पूटिट में बदल कर जल की कठोरता दूर करना बन्द कर देता है। इस परम्पूटिट को अक्रिय से सक्रिय बनाने के लिए इसे 10% सोडियम क्लोराइड ( $\text{NaCl}$ ) विलयन से

क्रिया कराते हैं। जल के स्थान पर इस विलयन को प्रवाहित करने से निम्न क्रिया होकर परम्पूटिट फिर पुनर्जीवित हो जाता है :



सारक-विनिमय विधि से कठोरता दूर करने के लिए और भी पदार्थों का प्रयोग किया जाता है। इनमें सोडियम हेक्साफॉस्फेट ( $\text{NaPO}_3$ ) प्रमुख है। यह  $\text{Na}_2[\text{Na}_4(\text{PO}_3)_6]$  से अधिक स्पष्ट किया जा सकता है। यह पदार्थ “कैल्गोन” (Calgon) के नाम से विजय होता है। इसकी क्रिया इस प्रकार होती है :



अक्रिय कैल्गोन को पुनर्जीवित करने के लिए 10% सोडियम क्लोराइड का ही प्रयोग करते हैं।

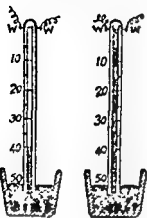
3. भासवन विधि से जल की स्मार्ड व अस्मार्ड दोनों कठोरता दूर की जा सकती है और जल पूरी तरह शुद्ध व मृदु हो जाता है।

12.19 कठोर जल के प्रयोग से क्या हानियाँ होती हैं :

- (1) पीने का जल कठोर होने से स्वाद में घारा होता है जो अच्छा नहीं लगता।
- (2) गरम घोने में कठोर जल से साबुन अधिक व्यय भी होता है और बाष्प भी स्पष्ट नहीं होने। परिष्कृत अधिक लगाने के अतिरिक्त कपड़े बूटने-सीटने से पट जाने हैं।
- (3) इंजन के बाष्पकों (Boilers) में कठोर जल प्रयोग करने से इन पत्रों में गहरों की परत बँठ जाती है जिससे बूढ़ ऊष्मा के बुचामक हो जाते हैं और बाष्प लगाने के लिए अधिक ईंधन प्रयोग करना पड़ता है। साथ ही यदि नलिराशो में पत्तों जमा हो जायें तो जल का प्रवाह भी रुक जाता है।



उल्टा कर दिया। हाइड्रोजन और ऑक्सीजन का एक मिश्रण 2:1 के अनुपात में ट्यूब में डाला जिसमें लगभग दो तिहाई ट्यूब गैस मिश्रण से भर गया। अब बैटरी से जोड़ने पर तारों के मध्य



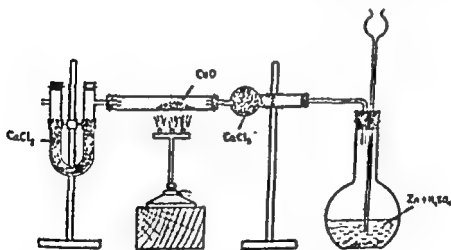
एक विद्युत स्फुलिंग (Electric Spark) प्रवाहित किया। ऐसा करने से गैस मिश्रण में क्रिया होगी और जल बनेगा। साधारण ताप पर आकर जलवाष्प में बदलेगा और हम देखेंगे कि पारा पूरे ट्यूब में भर गया। इससे यह निष्कर्ष निकला कि स्फुलिंग के पश्चात् दोनों गैसों पूर्णरूप से क्रिया कर गई और कोई गैस शेष नहीं रही।

इससे यह सिद्ध होता है कि जल को बनाने के लिए हाइड्रोजन और ऑक्सीजन की मात्राओं का आयननात्मक अनुपात 2:1 होना आवश्यक है।

## (2) भारात्मक संगठन (Composition by Weight)

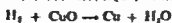
चित्र 12.9—संरलेषण विधि से जल का संगठन ज्ञात करना

जल का संगठन भारात्मक विधि से ज्ञात करने के प्रयत्न वैज्ञानिकों ने अवश्य किये थे। परन्तु प्राचीन काल के उपलब्ध उपकरणों के आधारभूत ही परिणाम भी कुछपूर्ण रहे। फ्रांस के वैज्ञानिक अलेक्जेंडर ड्यूमा (Alexander Dumas) ने 1843 में जल का भारात्मक संगठन ज्ञात करने का प्रयास किया। हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन का भार लेकर जल बनाने के स्थान पर उन्होंने ऑक्सीजन



चित्र 12.10—ड्यूमा विधि से जल का भारात्मक संगठन ज्ञात करना

को बने हुए जल का भार ज्ञात किया और दोनों के अन्तर से हाइड्रोजन का भार ज्ञात करने लगे। इससे जल बनाने में प्रयोग हुई मात्रा की। चित्र 12.10 के उपकरण के अनुसार इस विधि में हाइड्रोजन को जल बनाने के स्थान पर ऑक्सीजन का प्रयोग किया जाता है:





2. ऐसे यौगिक का नाम बताओ जो निम्न गुण प्रदर्शित करता है। अभिक्रिया का समीकरण भी लिखो।
  - (अ) रंगीन हो परन्तु गर्म करने पर ऑक्सीजन गैस देता हो। -
  - (ब) द्रव हो परन्तु वायु में खुला छोड़ने पर ऑक्सीजन देता हो।
  - (स) रंगहीन, जल में विलय हो परन्तु गर्म करने पर ऑक्सीजन अवश्य देता हो।
3. ऑक्सीजन तथा हाइड्रोजन गैस से भरे हुए गैस जारों को कैसे पहचानोगे? जांच करने के लिए कम से कम तीन उदाहरण दो।
4. जल का मावात्मक संगठन ज्ञात करने में किन-किन बातों का ज्ञान होना आवश्यक है? कमरा लिखकर एक तालिका बनाओ।
5. कठोर जल को परम्यूटिट द्वारा हल्का करने की विधि का संक्षेप में वर्णन करो और साथ में समीकरण भी लिखो।

रोचक प्रयोग, प्रयोजनाएं, प्रायोगिक क्रियाएं

1. एक ग्राम पोटैशियम परमैंगनेट से प्रयोगशाला में कितनी मिली. ऑक्सीजन गैस बनाती है?
2. कठोर जल को हल्का बनाने के लिए परम्यूटिट के गुण रचने वाला क्या मौलिक तैयार करो।
3. ऑक्सीजन के यौगिकों से अनेक प्रकार के विस्फोटक बनने की प्रयोजना बनाओ।
4. साधारण आदमी को प्रतिदिन कितनी मिली. ऑक्सीजन चाहिए? प्रयोग द्वारा ज्ञात करने की प्रयोजना बनाओ।
5. कुछ घातु एवं अधातुओं को ऑक्सीजन में जलाकर बनने वाले ऑक्साइड का अध्ययन करो।

अभ्यास प्रश्न

1. मरक्यूरिक आक्साइड  $HgO$  को गर्म करने पर निम्नलिखित परिवर्तन होते हैं :
  - (1) लाल रंग गहरा होकर लगभग काल हो जाता है।
  - (2) ऑक्सीजन निकलती है।
  - (3) मरकरी बनती है।
  - (4) ऊष्मीय अपघटन होता है

निम्न में से कौनसी विलयनाएं साथ हैं—

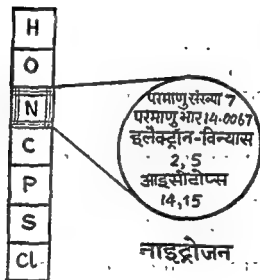
  - (अ) पाणी।
  - (ब) 1, 2 व 3।
  - (स) 1, 2 व 4।
  - (द) 2, 3 व 4।
  - (इ) इनमें से कोई भी संयोग नहीं।
2. कुछ रासायनिक पदार्थ एवं कठोर जल की परस्परता में गर्म किया और नीचे के जल को ऊपर एजेंट कर लिया। यह रंग होनी
  - (अ) आक्सीजन।
  - (ब) हाइड्रोजन।
  - (ग) अमोनिया।
  - (द) हाइड्रोजन ग्लाइड।
  - (इ) हाइड्रोजन क्लोराइड।

3. वायु में जलना, जंग लगना व श्वास लेना किस प्रकार एकसी ही क्रियाएं हैं ?  
 (अ) सब में वायु का प्रयोग होता है ।  
 (ब) सब क्रियाओं में जल बनता है ।  
 (स) सब क्रियाओं में ऊष्मा निकलती है ।  
 (द) सब में वायु की ऑक्सीजन का प्रयोग होता है ।  
 (इ) अधातुओं के आक्साइड बनते हैं । ( 1 )
4. एक श्वेत आक्साइड की निम्न पर कोई क्रिया नहीं होनी, वह जल में अविलेय है, कार्बेटिक सोडा विलयन में विलेय है और तनु नाइट्रिक अम्ल से लवण बनाना है । वह आक्साइड है  
 (अ) क्षारीय ।  
 (ब) अम्लीय ।  
 (स) उभयधर्मी ।  
 (द) मिश्रित आक्साइड ।  
 (इ) उदासीन अम्लीय आक्साइड । ( 5 )
5. शुष्क हाइड्रोजन ऑक्सीजन में जलकर केवल जल बनती है । इसमें क्या चलता है कि  
 (अ) जल ऑक्सीजन का एक हाइड्राइड है ।  
 (ब) जल का सूत्र  $H_2O$  है ।  
 (स) विद्युत-रासायनिक श्रेणी में हाइड्रोजन कॉपर से ऊपर है ।  
 (द) जल में आयतन से हाइड्रोजन व ऑक्सीजन 2 : 1 के अनुपात में होती है ।  
 (इ) जल के विद्युत अपघटन से हाइड्रोजन व ऑक्सीजन बनती है । ( 1 )
6. निम्नलिखित में से कौनसी अभिक्रिया जल के लिए अविलशक नहीं है  
 (अ) ऊष्मीय अपघटन में अपने तत्त्वों में परिवर्तन ।  
 (ब) विशेष पदार्थों से हाइड्रेट बनाना ।  
 (स) विशेष तत्त्वों से हाइड्रोजन बनाना ।  
 (द) विशेष आक्साइडों से अम्ल बनाना ।  
 (इ) विशेष धातुओं के लिए आयनकारी विलायक जैसे—हाइड्रोजन क्लोराइड । ( )
7. एक सरल विधि से जल का भारात्मक संग्रहण प्राप्त करने के लिए  
 (अ) तप्त ताप पर नमक गंध प्रवाहित करते हैं ।  
 (ब) तप्त कॉपर आक्साइड पर हाइड्रोजन प्रवाहित करते हैं और बने हुए जल का भार निजालते हैं ।  
 (स) हाइड्रोजन को सील अर्थात् ऑक्सीजन में मिलाकर दोनों गैसों को जलाते हैं ।  
 (द) तप्त सोहे पर जलवाष्प प्रवाहित कर निचमी हुई हाइड्रोजन को सील लेते हैं ।  
 (इ) हाइड्रोजन के दो आयतन व ऑक्सीजन का एक आयतन  $100^\circ \text{C}$  में ऊपर धर्म की हुई मूडियोमीटर नली में बिस्फोट करते हैं । ( , )

[उत्तर : 1—(अ) 2—(ब) 3—(स) 4—(स) 5—(अ) 6—(ब) 7—(ब)]



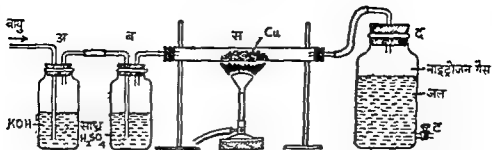
## नाइट्रोजन



**13.1 परमाणु का खोजसाधन ज्ञात करने वाले रदरफोर्ड से लगभग डेढ़ सौ वर्ष पूर्व नाइट्रोजन की खोज करने वाले वैज्ञानिक का नाम भी रदरफोर्ड ही था**

यद्यपि निश्चित रूप से यह कहना तो कठिन है कि सर्वप्रथम नाइट्रोजन को किसने पृथक् किया तथा इसे एक विशेष 'पदार्थ' माना किन्तु डी. रदरफोर्ड 'मैहोरेय को संभवतः इसका श्रेय इस कारण दिया जाता है कि 1772 में उन्होंने रॉट्टिन माया में अपने शोध ग्रन्थ में नाइट्रोजन का वर्णन इस प्रकार किया—“जन्तुओं द्वारा श्वास लेने से शुद्ध वायु कैथल कार्बन डाइऑक्साइड के कारण ही दूषित नहीं हो जाती जपितु इससे अन्य परिवर्तन भी आ जाता है, क्योंकि कॉस्टिक सोडा में दूषित भाग सोख लेने के उपरान्त भी बचा हुआ अथ शुद्ध नहीं होता और यद्यपि यह चूने के पानी से अवक्षेप नहीं बनाता, यह मोमयत्ता को बुझा देता है तथा जीवन को नष्ट कर देता है।” उन्होंने इसका नाम

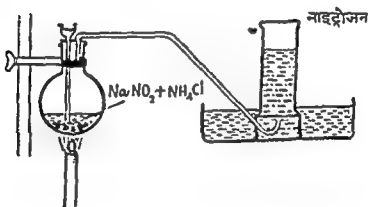




चित्र 13.2—वायु से नाइट्रोजन बनाना

## (2) सोडियम नाइट्राइट व अमोनियम क्लोराइड के मिश्रण को गरम करके

चित्र 13.3 के अनुसार गोल पेंदी वाले प्लास्क में अमोनियम क्लोराइड व सोडियम नाइट्राइट के सांद्र घोल को सावधानी से गरम करके पानी के हटाव की रीति से नाइट्रोजन गैस एवम् की जाती है। रासायनिक क्रिया निम्न समीकरण द्वारा प्रदर्शित की जा सकती है—



चित्र 13.3—प्रयोगशाला में नाइट्रोजन बनाना

## 13.4 नाइट्रोजन के भौतिक गुण

नाइट्रोजन एक रंगहीन, गंधहीन, स्वादहीन गैस है तथा पानी में अल्पतः ग्लुन मात्रा में विलेय है। यह  $-195^\circ\text{C}$  पर द्रवित्व की धारा गत होती है तथा  $-209^\circ\text{C}$  पर जमकर बर्फ जैसी ढींग हो जाती है। यह विलेयी गैस नहीं है क्योंकि हम निरापद्रव रूप में इस गैस में विलेय लेने ही हैं। नाइट्रोजन में रखने से जन्तुओं का दम घुटने का कारण बनता है क्योंकि यह जलवायु व वायुमंडल की अनुपस्थिति होती है जो हमारे लिए अत्यावश्यक है।

### 13.5 नाइट्रोजन के रासायनिक गुण

यह गैस सरलतापूर्वक रासायनिक क्रिया नहीं करती अपितु केवल जलते हुए एवं तप्त पदार्थों से ही संयोग करती है। इसलिए इसे 'निष्क्रिय गैस' कहते हैं।

- (1) जलती हुई मोमबत्ती नाइट्रोजन के जार में ले जाने पर बुझ जाती है तथा गैस अप्रभावित रहती है। न स्वयं जलती है न जलने में महायत्ना करती है।

विद्युत स्फुलिंग से प्रभाव से यह ऑक्सीजन के साथ क्रिया करके नाइट्रिक ऑक्साइड बनाती है। विद्युत स्फुलिंग वायुमण्डल में भी होती रहती है:



कुछ समय पहले यह क्रिया 'बर्कलेण्ड एण्ड आइड' विधि से नाइट्रिक अम्ल बनाने में उपयोग की जाती थी।

- (2) उत्प्रेरक की उपस्थिति में अधिक दबाव व उचित ताप पर हाइड्रोजन से अभिक्रिया करके यह अमोनिया बनाती है

उचित ताप दाब



उत्प्रेरक

तप्त धातुओं से अभिक्रिया से धातुओं के नाइट्राइड बनाती है:



- (3) जलते हुए मैग्नीशियम के तार की नाइट्रोजन के जार में ले जाने से मैग्नीशियम का तार जलना ही रहता है तथा गैस जार की दीवारों पर श्वेत धुँआ जम जाता है। क्रिया निम्न प्रकार प्रदर्शित की जा सकती है



कार्बन के साथ विद्युत झट्टी में अभिक्रिया करके 'साइनोजन' बनाती है —



कैल्शियम कारबाइड के साथ कैल्शियम साइनामाइड बनाती है जो उत्प्रेरक बनाने के काम आता है



### 13.6 नाइट्रोजन गैस के उपयोग

नाइट्रोजन वायुमण्डल के ऑक्सीजन की अभिप्राय के प्रभाव को कम रखती है। यदि नाइट्रोजन न हो तो अनुमान लगाना पड़ता होगा कि घसों के चूल्हे व झट्टी बिजली मोड़नापूर्वक जल उठे तथा हमें उनके ताप का उपयोग करना पड़ता हो जाय। अतः अभिप्राय के कारण बिजली के बल्बों, रासायनिक क्रियाओं में निष्क्रिय वातावरण बनाने जैसे कार्यों के लिए नाइट्रोजन गैस का उपयोग किया जाता है। नाइट्रोजन गैस का मुख्य उपयोग हमारे अमोनिया व नाइट्रिक अम्ल जैसे महत्वपूर्ण धीमिक बनाने में होता है जिनका वर्णन अगल दिया जा रहा है।

भाप से क्रिया कराने पर कैल्सियम साइनामाइड से अमोनिया प्राप्त होती है :



कैल्सियम साइनामाइड 60% चूर्ण उर्वरक के रूप में उपयोग किया जाता है। इसकी सभी नाइट्रोजन पोषों के भोजन में काम आ जाती है।

### अमोनिया

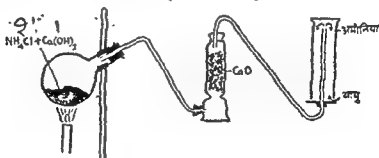
**13.7** मिस्र के निवासी अमोनिया की गन्ध से परिचित थे। वे ऊँट की बिछा को जलाने पर बनने वाले काजल में से नौसादर (Sal-Ammoniac) प्राप्त करते थे। कीमियागीरी के युग में गैबर महोदय ने मूत्र व नमक को गरम करके एक पदार्थ प्राप्त किया जिसका नाम उन्होंने 'स्प्रिटस सैलिस मुरीनेय' रखा जिसका भावायं था 'मूत्र व नमक का स्वरूप'। यह वही नौसादर था जिससे ऑक्सीजन के खोजकर्ता प्रीस्टले ने 1774 में सर्वप्रथम चूने के साथ गर्म करके अमोनिया गैस को पारे पर एकत्र किया। उन्होंने इसे 'क्षारीय वायु' (Alkaline Air) कहा।

### 13.8 प्रकृति में अमोनिया

अमोनिया को बहुत थोड़ी मात्रा वायु में पायी जाती है। मिट्टी में मृत जन्तुओं, पेड़-पौधों के अवशेषों पर बैक्टीरिया की क्रिया होने से अमोनिया बनती है। इसी कारण मूत्रालयों व अस्तबसों के निकट इसकी गन्ध आती है। अमोनियम लवणों के रूप में ज्वालामुखी पर्वतों के मुँह के निकट एकत्र हो जाती है।

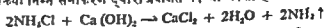
### 13.9 प्रयोगशाला में अमोनिया कैसे बनाएं ?

सभी अमोनियम लवण क्षारों के साथ गरम करने पर अमोनिया गैस बनाते हैं। प्रयोगशाला में वृत्ते हुए चूने व अमोनियम क्लोराइड के लगभग 1 : 2 के अनुपात में मिश्रण को गरम करते हैं।



चित्र 13.4—प्रयोगशाला में अमोनिया बनाना

निकलने वाली अमोनिया गैस को वायु में हल्की होने के कारण अधोमुख विस्थापन द्वारा एकत्र करते हैं। यह अभिक्रिया निम्न समीकरण द्वारा प्रदर्शित की जा सकती है :



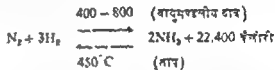
इसमें स्पष्ट है कि गैस को जलवाष्प रहित करने के लिए शोषक रन्ध्र में प्रवाहित करना होगा।

इसके क्षारीय गुण के कारण मान्य मन्फूरिक अम्ल, कैल्सियम क्लोराइड या फास्फोरिड का प्रयोग नहीं किया जा सकता। इनके ध्यान पर बिना बुझे बुझे का उपर चित्र 13.4 के अनुसार उपकरण लगाकर सूखे जारों में संग्रहित की जाती है।

### 13.10 अधिक मात्रा में अमोनिया कैसे बनाई जाती है ?

(1) हैबर बिधि द्वारा : अमोनिया की इनकी मांग की पूर्ति कोरने के द्वारा प्राण 'अमोनिया विकर' से नहीं हो पाती।

प्रथम महायुद्ध के दिनों अब जर्मनी की दक्षिण अमेरिका में निर्धारित 'चिन्' ( $\text{NaNO}_3$ ) मिलना सम्भव न रहा था खेती के लिए उर्वरकों व युद्ध के लिए नाइट्रोजन की पटी। जर्मन वैज्ञानिक हैबर ने वायु में नाइट्रोजन से एक निम्न बिना द्वारा अमोनिया की बिधि का आधिकार बिना।



अमोनिया वन जनेनी अनुसंधान करने अमेरीका में इस हैबर बिधि की अधिक मात्रा-प्रद बना लिया गया है (चित्र 13.5)।

(2) लाइनामसह क्रिया द्वारा  
बुने व कोर के मिश्रण की विद्युत धर्मी में एक बरके कैल्सियम कार्बोनाइड प्राप्त किया जाता है। यह कार्बोनाइड के साथ सस बरके कैल्सियम लाइनामसह बनाता है—



साथ में बिना बरान पर कैल्सियम कार्बोनाइड में अमोनिया प्राप्त होती है—



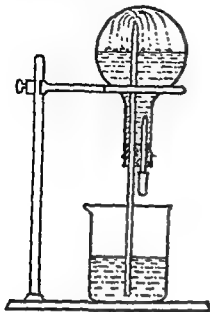
कैल्सियम कार्बोनाइड का  $\text{CaCO}_3$  का उपकरण व रूप में उपकरण किया जाता है। इसकी कड़ी व टुकड़ा कोरों के रूप में बनाया जाता है।



चित्र 13.5—हैबर बिधि द्वारा अमोनिया का उत्पादन

जाता है तथा दम घुटने लगता है।

पानी में अत्यन्त घुलनशील है। कमरे के ताप पर (लगभग  $20^{\circ}$  सें.) एक लीटर पानी



चित्र 13.6—अमोनिया की घुलनशीलता  
दर्शाने के लिए फव्वारा प्रयोग

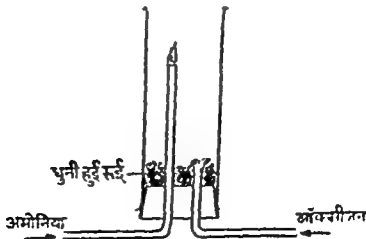
में लगभग 700 मिली. अमोनिया घुल जाती है। इसकी घुलनशीलता तुम एक फ्लास्क व एक ओर तग मुंह की काँच की नली लेकर सरलता पूर्वक प्रदर्शित कर सकते हो। चित्र 13.6 के अनुसार फ्लास्क में शुष्क अमोनिया लेकर जल से भरे बीकर के ऊपर उल्टा करके एक स्टैंड में लगाओ। ज्योंही काँच की नली जल में डुबाई जाती है अमोनिया का घुलना प्रारम्भ हो जाता है तथा अन्दर दाब कम होने लगता है। धीरे-धीरे जल अन्दर बढता जाता है। तग मुंह तक आने पर फव्वारे के रूप में तीव्रतापूर्वक जल फ्लास्क में बढ जाता है। केवल दाब बढाने से बिना ठण्ठा किमे ही अमोनिया द्रवित की जा सकती है। द्रव अमोनिया का क्वथनांक  $-33.4^{\circ}$  सें. है। पानी की भाँति द्रव अमोनिया में अनेको पदार्थ विलेय हैं।

### 13.12 अमोनिया के रासायनिक गुण

(1) बाहता—यह न तो स्वयं जलती है और न ही जलने में सहायक ही है। परन्तु अमोनिया की जेट ऑक्सीजन में हरे-नीले रंग की ली ली जलती है (चित्र 13.7)।



(2) क्षारीय गुण—शुष्क अमोनिया निट्रस के प्रति उदासीन है परन्तु इसका जलीय

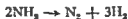


चित्र 13.7—अमोनिया का ऑक्सीजन में जलना

विद्युतन धारक होता है और अम्लो में प्रतिक्रिया करके सवण बनाता है।



(3) अपघटन—विद्युत स्फुलिंग के प्रभाव में अमोनिया अपने अवयव तत्वों में अपघटित हो जाती है।



(4) क्रियाशील तत्वों से संयोग—अमोनिया त्रियाजीन तत्वों से संयोग करके हाइड्रोजन तैप देती है।



(5) सोडियम और पोटेशियम धातु से क्रिया—गर्म सोडियम या पोटेशियम धातु पर से अमोनिया प्रवाहित करने पर एमाइड बनते हैं।



(6) ऑक्सीकरण—(i) लाल तप्त ब्यूट्रिक ऑक्साइड पर से अमोनिया प्रवाहित करने पर वह नाइट्रोजन में ऑक्सीकृत हो जाती है।



(ii) अमोनिया और ऑक्सीजन का मिश्रण प्लैटिनम की जाली पर से  $800^\circ\text{C}$  पर प्रवाहित करने पर अमोनिया नाइट्रिक ऑक्साइड में ऑक्सीकृत हो जाती है।



(7) क्लोरीन से क्रिया—(i) अमोनिया की अधिकतम मात्रा क्लोरीन से क्रिया करके नाइट्रोजन और अमोनियम क्लोराइड बनाती है।



(ii) क्लोरीन की अधिकतम मात्रा होने पर अत्यल्प विस्फोटक पदार्थ नाइट्रोजन ट्राइ-क्लोराइड बनता है।



(8) जटिल पदार्थों का बनना—अमोनिया कैल्शियम क्लोराइड और मिल्बर क्लोराइड के साथ क्रिया करके जटिल पदार्थ बनाती है।



(9) कॉपर सल्फेट के साथ क्रिया—अमोनिया का विलयन कॉपर सल्फेट के साथ दिया करके बेसिक कॉपर सल्फेट का हल्का नीला अवक्षेप देता है जो अमोनिया की अधिकतम मात्रा में विलय होकर गहरे नीले रंग का टेट्रा एमीन ब्यूट्रिक सल्फेट  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4\text{SO}_4]$  बनाता है जो निष्क्रिय रंगम दाने के साथ आता है।

### 13.13 अमोनिया के उपयोग

इस अमोनिया के रूप में ज्ञात उद्योगों में मुख्यतः टन अमोनिया का उपयोग प्रचलित







नाइट्रिक अम्ल

### 13.16 नाइट्रिक अम्ल का शुद्धिकरण

उपर्युक्त विधि से प्राप्त नाइट्रिक अम्ल के बराबर आयतन में सल्फ्यूरिक अम्ल मिलाकर शायमिन किया जाता है। इससे जल का अम्ल दूर हो जाता है। गर्म आसुत में शुष्क वायु या कार्बन डाइऑक्साइड प्रवाहित करने पर नाइट्रोजन के सभी ऑक्साइड दूर हो जाते हैं और रंगहीन शुद्ध नाइट्रिक अम्ल प्राप्त हो जाता है।

### 13.17 नाइट्रिक अम्ल के गुण

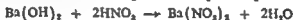
भौतिक

1. शुद्ध नाइट्रिक अम्ल एक रंगहीन और तीव्र गंध वाला द्रव है।
2. यह वायु में तीव्र धूम देता है और जल में हर अनुपात में विलयशील है।
3. यह अति मद्यारक द्रव है और स्पर्श के सम्पर्क में आने पर उसे जलाकर पीले दाग व फटोले डालता है जिसमें पीड़ा होती है।
4. इसका आपेक्षिक घनत्व 1.52 व बबलनांक  $120.5^\circ\text{C}$  होता है।
5.  $-42^\circ\text{C}$  पर यह रंगहीन क्रिस्टल बनाता है।

रासायनिक

#### (1) अम्लीय प्रकृति

यह एक-आम्लिक अम्ल है जो नीले लिटमस को लाल कर देता है एवं क्षारों तथा मृत्तों के साथ क्रिया करके नाइट्रेट लवण बनाता है।



#### (2) अपघटन

गर्म करने पर यह पूरी तरह से नाइट्रोजन परॉक्साइड, जल और ऑक्सीजन में अपघटित हो जाता है।

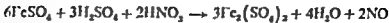
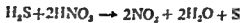


#### (3) ऑक्सीकारक क्रियाएं

नाइट्रिक अम्ल एक तीव्र ऑक्सीकारक पदार्थ है क्योंकि यह सुगमता से ऑक्सीजन देकर स्वयं अपचित्र हो जाता है।

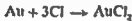


यह हाइड्रोजन सल्फाइड को गंधक, सल्फर डाइऑक्साइड को सल्फ्यूरिक अम्ल और फेरेट-सल्फेट को सल्फ्यूरिक अम्ल की उत्पत्ति में परिवर्तित करने में ऑक्सीकृत कर देता है।



## (4) अम्लराज

एक आयतन गान्ध नाइट्रिक अम्ल और तीन आयतन गान्ध हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आपस में मिलकर अम्लराज बनाते हैं जो सोना व प्लेटिनम को अपने में घोल लेता है।



## (5) अधातुओं से क्रिया

(i) नाइट्रिक अम्ल अधातुओं से क्रिया करके उन्हें आक्सी-अम्लों में आक्सीकृत कर देता है।

(ii) गंधक को यह सल्फ्यूरिक अम्ल में एवं कार्बन की कार्बन डाइऑक्साइड में ऑक्सीकृत देता है।



(iii) यह आयोडीन को आयोडिक एवं फास्फोरस को फास्फोरिक अम्ल में ऑक्सीकृत कर देता है।



## (6) अधातुओं से क्रिया

नाइट्रिक अम्ल और आर्सेनिक और एंटीमनी उपधातुओं को उनके ऑक्सी-अम्लों में ऑक्सीकृत कर देता है।



## (7) धातुओं से क्रिया

नाइट्रिक अम्ल धातुओं से क्रिया करके स्वयं NO, N<sub>2</sub>O या NO<sub>2</sub> में अपचित हो जाता है।

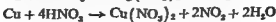
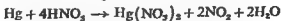
इसकी धातुओं से क्रिया निम्न बातों पर निर्भर करती है।

(i) नाइट्रिक अम्ल गरम एवं सान्द्र हो, और

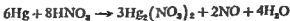
(ii) नाइट्रिक अम्ल तनु एवं ठण्डा हो।

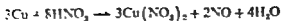
## उदाहरण

(i क) मरकरी (गारा) और कॉपर (तावा) सान्द्र और गरम नाइट्रिक अम्ल के साथ क्रिया करके नाइट्रोजन परॉक्साइड बनाते हैं।

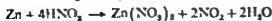


(i घ) मरकरी और कॉपर तनु और ठण्डे नाइट्रिक अम्ल के साथ क्रिया करके नाइट्रिक आक्साइड देते हैं।





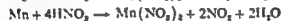
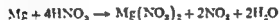
(ii) मान्य व दम्य अम्ल के साथ टिन और जिंक क्रिया करके नाइट्रोजन पराक्साइड देने हैं।



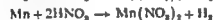
(iii) तनु व ठंडा अम्ल के साथ टिन और जिंक क्रिया करके नाइट्रस ऑक्साइड देने हैं।



(iii) मान्य और दम्य नाइट्रिक अम्ल मैग्नेशियम और मैंगनीज के साथ भी क्रिया करके नाइट्रोजन पराक्साइड देता है।



(iii) मैग्नेशियम और मैंगनीज ही केवल तनु और ठंडे नाइट्रिक अम्ल के साथ क्रिया करके नाइट्रोजन गैस देने हैं।



### 13.18 नाइट्रिक अम्ल के उपयोग

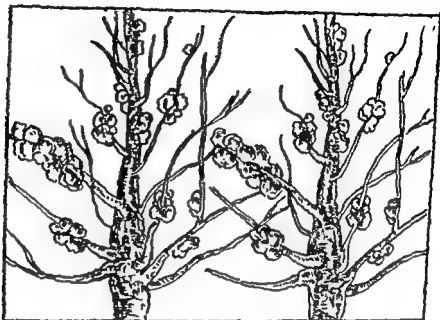
- (1) यह इस्त्रिम घाद, नाइट्रेट एवं मल्लयूरिक अम्ल के उत्पादन में काम आता है।
- (2) यह नाइट्रोबेन्जेन, ट्राइनेमाइट, टी एन टी, पिरनिक अम्ल, आदि विस्फोटक पदार्थ बनाने के काम आता है।
- (3) यह एल्यूमिना एवं रंग उद्योग में प्रयुक्त होता है।
- (4) यह मोना-बारी के शोधन में काम आता है।
- (5) प्रयोगशाला में अम्लबमक के रूप में प्रयुक्त होता है।

इससे लिए अधिक सावधानी देना चाहिए, क्योंकि अधिक ताप पर अम्ल की कुछ मात्रा विघटित हो जाती है। प्राप्ति अम्ल में जल की अशुद्धि के अतिरिक्त नाइट्रोजन ऑक्साइड की अशुद्धि के कारण पीलापन भी रहता है। इसे दूर करने के लिए शुद्ध गंधक के अम्ल के साथ मिलाकर आसक्ति करते हैं। प्राप्ति शुद्ध नाइट्रिक अम्ल में से गर्म व शुद्ध कार्बन ट्राइऑक्साइड प्रवाहित करते हैं।

### नाइट्रोजन का चक्र व योगिकीकरण

हमारे वायुमण्डल का तीन चौथाई में भी अधिक भाग नाइट्रोजन गैस है। यह नाइट्रोजन की मुक्त अवस्था है। पेड़-पौधे व जीव-जन्तुओं को अपनी शरीर रचना व जीवन क्रिया के लिए नाइट्रोजन की आवश्यकता होती है। वायुमण्डल में से मटर, सोयाबीन, चना, आदि कुछ ही पौधे सीधे नाइट्रोजन लेने में समर्थ होते हैं। उन पौधों को लैग्युमिनस (Leguminous) पौधे कहते हैं। इन पौधों की जड़ों में ग्रन्थिवाएँ होती हैं। इनमें असह्य राइजोबियम (Rhizobium) नामक बैक्टीरिया रहते हैं। ये भुरभुरी मिट्टी के रंधों में गमायी हुई नाइट्रोजन को ऐसे योगिकों में बदलते हैं जिन्हें पौधे ग्रहण कर सकें। इन योगिकों में नाइट्रेट योगिक प्रमुख हैं। राइजोबियम द्वारा की जाने वाली जटिल

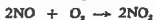
रासायनिक क्रियाएँ प्रकृति का ऐसा चमत्कार है जो हमारे जीवन के लिए अनिवार्य है। चित्र 1 में मटर के पौधे की जड़ों की ये ग्रन्थिकाएँ दर्शायी गयी हैं।



चित्र 13.9—मटर के पौधों की जड़ों की ग्रन्थिकाएँ

इन पौधों के अतिरिक्त अन्य सभी पौधों व जीवधारियों की नाइट्रोजन की आवश्यकता पूर्ति कैसे हो ? इसके लिए प्रकृति में एक और प्रक्रिया होती है। यह है, मेघ-गर्जन व विद्युत् चमकने पर वायुमण्डल की नाइट्रोजन व ऑक्सीजन संयोग से नाइट्रिक ऑक्साइड बन जाती है। यह ऑक्सीडृत होकर नाइट्रोजन डाइऑक्साइड में बदल जाती है। वर्षा के जल में घुलकर नाइट्रोजन डाइऑक्साइड नाइट्रिक व नाइट्रस अम्ल का मिश्रण बनाती है। ये अम्ल वर्षा के जल के साथ पृथ्वी पर आकर कैल्शियम कार्बोनेट जैसे क्षारीय यौगिकों से क्रिया करके नाइट्रेट बना लेते हैं। यहा प्रकृति की एक और देव पर ध्यान दो कि सभी नाइट्रेट जल में विलेय है। इससे पौधों को जड़ों द्वारा भोजन के रूप में नाइट्रेट प्राप्त करने में बड़ी सरलता होती है।

ये क्रियाएँ निम्न समीकरणों द्वारा दर्शायी जा सकती है—



इन दोनों प्राकृतिक प्रक्रियाओं से ही आज के मानव की आवश्यकता की पूर्ति नहीं होती। अन्य जीव-जन्तु वायुमण्डल से सीधे नाइट्रोजन नहीं ले सकते। इसके लिए वे पौधों पर ही निर्भर हैं। मानव ने इसके लिए पौधों के द्वारा ही अधिक नाइट्रोजन प्राप्त करने का प्रयत्न किया। पौधों के लिए वायुमण्डल में यौगिक बना कर ज्वरकों के रूप में पौधों को भोजन उपलब्ध किया जाता है। नाइट्र-

ट्रोजन को अपनी आवश्यकताओं के लिए योगिकीकरणों द्वारा प्राप्त करने के प्रयत्न को नाइट्रोजन का योगिकीकरण (Nitrogen Fixation) कहते हैं।

नाइट्रोजन के योगिकीकरण के लिए मुख्यतः दो विधियों का प्रयोग किया जाता है।

(1) कैल्शियम साइनामाइड के उत्पादन द्वारा :

तप्त कैल्शियम कार्बाइड पर नाइट्रोजन की प्रिया करायी जाती है।



यह योगिक 'नाइट्रोलिन' के नाम से उर्वरक के रूप में प्रयोग किया जाता है क्योंकि जल में प्रिया करके यह मिट्टी को अमोनिया देता है।



(2) अमोनिया के मश्लेषण द्वारा :

इस विधि की रूपरेखा तुम अमोनिया के अध्ययन के समय पढ़ चुके हो। इसका विस्तृत विवरण तुम अपनी कक्षाओं में पढ़ोगे।

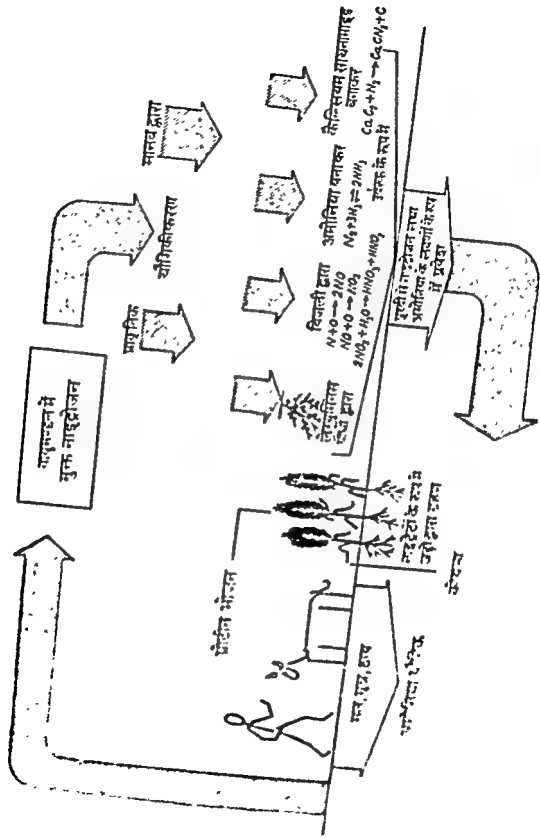
अमोनिया से अमोनियम मफेट उर्वरक प्राप्त किया जाता है।

नाइट्रोजन के योगिकीकरण की उपरोक्त प्राकृतिक व मानव द्वारा प्रयुक्त प्रक्रियाओं में प्राप्त नाइट्रोजन योगिक अनेकों प्राकृतिक प्रक्रियाओं से बिखरेपित भी होने रहते हैं। इस प्रकार नाइट्रोजन के योगिकीकरण व मुक्त अवस्था में आने-जाने रहने को नाइट्रोजन के चक्र के रूप में प्रदर्शित कर सकते हैं जैसा चित्र 13.10 में दर्शाया गया है।

## पुनरावलोकन

पृथ्वी के गैसीय वातावरण का सबसे अधिक मात्रा में स्वतन्त्र रूप से पाया जाने वाला तत्व नाइट्रोजन है। अन्य गैसों की तुलना में सक्रिय होने के कारण नाइट्रोजन के रूप में बड़ा महत्व है। मनुष्य जीवन को दीर्घायु बनाने में भी निपत्रित करने वाली शरमोन पाइरोसिमन भी नाइट्रोजन का जटिल योगिक है। पेड़-पौधों में पाया जाने वाला एफेनाइड मनुष्य और पशुओं के रक्त को लाल बनाने वाला जटिल योगिक है। यही नहीं, पृथ्वी की उर्वरा शक्ति को बनाये रखने वाले प्राकृतिक घास तथा रासायनिक उर्वरक—जैसे अमोनियम सल्फेट, अमोनियम नाइट्रेट, कैल्शियम अमोनियम नाइट्रेट, यूरिया, आदि योगिकों में भी नाइट्रोजन प्रमुख तत्व है।

प्रयोगशाला में नाइट्रोजन वायु एवं योगिक दोनों स्रोतों में प्राप्त की जाती है। यह सैम उच्च ताप पर मैग्नीशियम, कैल्शियम, एवं एल्यूमिनियम धातुओं में प्रिया कर नाइट्राइड योगिक बनाती है जो जल में बिच्छेदित होकर अमोनिया निकालते हैं। नाइट्रोजन की अक्रियता के कारण इसको विद्युत बल्बों में भरा जाता है। प्रयोगशाला एवं टखोंगों में उपयोग किये जाने वाले नाइट्रोजन के प्रमुख योगिक 'अमोनिया' एवं 'नाइट्रिक अम्ल' नाइट्रोजन सैम में मश्लेषित किये जाते हैं। उद्योगशालाओं में अमोनिया बनाने की "हैबर विधि" तथा नाइट्रिक अम्ल बनाने की "ओलरान्ट" तथा "बर्सेलेट-आइड" विधि अधिक प्रचलित हैं।



अमोनिया का उपयोग प्रयोगशाला में एक प्रतिकारक के रूप में तथा नाइट्रिक अम्ल का उपयोग एक ऑक्सीकारक के रूप में किया जाता है। अमोनिकृत जल सफाई करने के काम भी आता है। ध्वंसात्मक कार्यों तथा युद्ध में दुश्मन को परास्त करने में सहायक यौगिक टी. एन. टी. व डायनेमाइट बनाने में भी नाइट्रिक अम्ल काफी उपयोग किया जाता है। प्रकृति में नाइट्रोजन की उत्पत्ति एवं उपर्युक्त की जाने वाली कई क्रियाएँ पेड़-पौधों तथा हवा में पाये जाने वाले विषाणुओं द्वारा होती रहती है। यह सभी क्रियाएँ सामूहिक रूप में नाइट्रोजन चक्र बनाती हैं।

नाइट्रोजन परमाणुओं के बाहरी कक्ष में पांच इलेक्ट्रॉन रहते हैं।

### अध्ययन प्रश्न

1. नाइट्रोजन को सर्वप्रथम शुद्ध अवस्था में किन्ने प्राप्त किया था? कौन-कौनसे प्राकृतिक यौगिकों में नाइट्रोजन संयुक्त अवस्था में पायी जाती है?
2. यौगिकों में नाइट्रोजन प्राप्त करने की दो सन्तुलित रासायनिक क्रियाओं को लिखो।
3. कैल्शियम कार्बाइड से कैल्शियम नाइनेमाइड बनाने के रासायनिक समीकरण लिखो।
4. विभिन्न परिस्थितियों में अमोनिया क्वोरीन में किम प्रकार क्रिया करती है, समीकरण द्वारा बताओ।
5. नाइट्रिक अम्ल का ऑक्सीकरण गुण प्रदर्शित करने के लिए समीकरण लिखो।
6. यदि एक बोतल में नाइट्रोजन भरी हुई है तो उसे कैसे पहचानोगे?
7. नाइट्रिक अम्ल प्रयोगशाला में रखा-रखा पीला क्यों हो जाता है?
8. नाइट्रिक अम्ल हाथ पर लगने के बाद निगान क्यों बना देता है?
9. नाइट्रोजन में अमोनिया तथा अमोनिया में नाइट्रिक अम्ल बनाने का सन्तुलित रासायनिक समीकरण लिखो।
10. नाइट्रोजन, अमोनिया, नाइट्रिक ऑक्साइड तथा नाइट्रिक अम्ल के इन्सुलिनिक गुण लिखो।
11. अमोनिया को शुष्क अवस्था में प्राप्त करने के लिए किन पदार्थों का उपयोग किया जाना है तथा क्यों?

### रोचक प्रयोग तथा परियोजनाएं

1. भूग अथवा मटर के पौधों की जड़ों का अवलोकन करो। यदि उनमें गांठें हों तो उनको तोड़कर नाइट्रोजन फिक्सिंग जीवाणुओं का अध्ययन करो।
2. पांच ग्राम सोडियम नाइट्राइट तथा पांच ग्राम अमोनियम क्लोराइड में मानक ताप तथा दाब पर कितने आयतन नाइट्रोजन निवसती है, ज्ञान करो।
3. प्रयोगशाला में किसी घातु के नाइनेमाइड की एक ग्राम मात्रा में अमोनिया प्राप्त करने की परियोजना बनाओ।
4. अमोनिया गैस से भरे जार में एक तप्त प्लेटिनम तार की छुड़की में जाओ तथा उसमें दहन करने वाली गैस की जाँच करो।

### अभ्यास प्रश्न

1. यह अमोनिया का गुण नहीं है कि वह  
(अ) रंगहीन है।  
(ब) गोला निटमम नीला कर देती है।



- (स) वायु में न जल कर ऑक्सीजन में जलती है ।  
 (द) एक तीव्र ऑक्सीकारक पदार्थ है ।  
 (ई) हाइड्रोजन क्लोराइड के साथ श्वेत धुआं देती है । ( )
2. वायु से प्राप्त हुई नाइट्रोजन शुद्ध नाइट्रोजन से भिन्न है क्योंकि  
 (1) उसमें अक्रिय गैस होती हैं जैसे आर्गन ।  
 (2) उसका घनत्व कुछ कम होता है ।  
 (3) उसमें विभिन्न आइसोटोप होते हैं ।  
 (4) वह एक मिश्रण है, तत्त्व नहीं ।  
 इसमें कौनसी विकल्पनाएँ सत्य हैं—  
 (अ) केवल 1 व 4 ।  
 (ब) केवल 1, 2 व 4 ।  
 (स) केवल 1 व 3 ।  
 (द) चारों ।  
 (इ) कोई दूसरा सयोग । ( )
3. अमोनिया के ऑक्सीकरण से प्राप्त कर सकते हैं  
 (अ) प्रत्येक अवस्था में केवल नाइट्रोजन ।  
 (ब) प्रत्येक अवस्था में केवल नाइट्रिक अम्ल ।  
 (स) नाइट्रोजन अथवा नाइट्रोजन के ऑक्साइड ।  
 (द) केवल नाइट्रोजन के ऑक्साइड ।  
 (इ) प्लैटिनम उत्प्रेरक की उपस्थिति में नाइट्रोजन । ( )
4. अमोनियम क्लोराइड से सोडियम क्लोराइड अलग करने के लिए प्रयोग कर सकते हैं—  
 (अ) प्रभाजी क्रिस्टलन ।  
 (ब) ऊर्ध्वपातन ।  
 (स) पृथक्कारी कीप ।  
 (द) विलयन का प्रभाजी आसवन ।  
 (इ) सोडियम क्लोराइड के लिए बेन्जीन विलय । ( )
5. एक द्रुव सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ नाइट्रोजन व हाइड्रोजन का एक मिश्रण (आयतन से 1 : 3) लिया । इस मिश्रण में विलुप्त-स्फुलिंग प्रवाहित किया । क्या क्रिया होगी ?  
 (अ) उत्क्रमणीय अभिक्रिया से गैसों का कुछ अंश अमोनिया में परिवर्तित हो गया ।  
 (ब) सारी गैस अमोनिया बन गयी (2 आयतन) ।  
 (स) अमोनियम सल्फेट बन गया ।  
 (द) नाइट्रोजन, हाइड्रोजन व अमोनिया का एक उत्क्रमणीय मिश्रण बन गया ।  
 (इ) कोई क्रिया नहीं हुई । ( )
6. कौनसा जल शोषक दी हुई गैस के लिए उपयुक्त नहीं है ?  
 (अ) अमोनिया, कैल्शियम आक्साइड ।  
 (ब) हाइड्रोजन क्लोराइड, सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल ।

(म) हाइड्रोजन क्लोराइड, मार्गन्ड सन्स्क्रिप्ट अम्न ।

(द) कार्बन डाइऑक्साइड, बैन्मियम क्लोराइड ।

(इ) हाइड्रोजन, बैन्मियम क्लोराइड ।

( )

7. मूत्र नाइट्रिक अम्न रगहीन होता है परन्तु मधूम नाइट्रिक अम्न पीला अथवा भूरा होता है । यह रंग क्यों होता है और इसे किस प्रकार दूर करते हैं ?

(अ) नाइट्रोजन डाइऑक्साइड, अम्न से वायु फूँक कर ।

(ब) नाइट्रोजन मोनोक्साइड, अम्न जल में मिलाकर ।

(स) नाइट्रोजन डाइऑक्साइड, जल में अम्न मिलाकर ।

(द) नाइट्रोजन ऑक्साइड, एक विरजक का प्रयोग कर ।

(इ) अशुद्धियाँ, प्रभाजी आमबन ।

( )

8. अमोनियम सल्फेट उर्वरक का उपयोग खूने के माध्यम नहीं करना चाहिए क्योंकि

(अ) खूना एक उर्वरक नहीं है ।

(ब) दोनों पदार्थ क्रिया करके अमोनिया देते हैं ।

(स) अमोनिया गैस का शोषक खूना होता है ।

(द) उभय अपघटन से अतिरिक्त कैल्सियम सल्फेट बनता है जो पौधों को मार देता है ।

(इ) खूना क्षारीय है और अमोनियम सल्फेट अम्लीय ।

( )

9. एक रगहीन, स्वादहीन व गंधहीन गैस अज्वलनशील है, मूषक-पत्र का रंग नहीं बदलती और मैग्नीशियम को जलने में सहायता देती है । वह गैस है

(अ) कार्बन डाइऑक्साइड ।

(ब) नाइट्रोजन ।

(स) अमोनिया ।

(द) सल्फर डाइऑक्साइड ।

(इ) अम्ल गैस, जैसे आरगन ।

( )

10. निम्न उपकरण से कौनसी गैस प्राप्त कर सकते हैं ?

(1) कार्बन डाइऑक्साइड ।

(2) क्लोरीन ।

(3) सल्फर डाइऑक्साइड ।

(4) अमोनिया ।

(5) हाइड्रोजन सल्फाइड ।

(अ) केवल 1, 2 व 5 ।

(ब) केवल 1 व 5 ।

(स) 4 के अतिरिक्त सारी ।

(द) केवल 2 व 5 ।

(इ) कोई और संयोग ।

( )

11. यदि तुम्हारे पास केवल सोडियम नाइट्रेट, अमोनियम सल्फेट व बूझा हुआ खूना के अतिरिक्त

और कोई रासायनिक पदार्थ न हो तो शुद्ध बोन-बोनमी रीम प्रान्न कर सक्ते हों ?

(1) ऑक्सीजन ।

(2) अमोनिया ।

(3) गन्धक डाइऑक्साइड ।

(4) डाइनाइट्रोजन मोनोक्साइड ।

(5) नाइट्रोजन ।

(अ) पाँचों रीम ।

(ब) नाइट्रोजन के अनिश्चित गारी ।

(ग)  $N_2O$  के अनिश्चित गारी ।

(द) गन्धक डाइऑक्साइड के अनिश्चित गारी ।

(इ) केवल ऑक्सीजन व अमोनिया ।

( )

12. नाइट्रोजन मोनोक्साइड,  $NO$ , अधिक वायु व जल मिलकर बनाते हैं :

(अ) केवल नाइट्रोजन डाइऑक्साइड ।

(ब) केवल नाइट्रिक अम्ल ।

(ग) स्पाई अम्लों का एक मिश्रण ।

(द) एक विलयन त्रिमं अमोनियम नाइट्रेट होगा ।

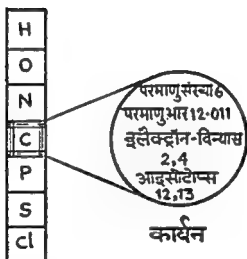
(इ) एक विलयन त्रिमं  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$  आयन और विलय नाइट्रोजन डाइऑक्साइड होगी ।

( )

[उत्तर : 1. (द) 2. (अ) 3. (स) 4. (ब) 5. (स) 6. (ब) 7. (अ)

8. (ब) 9. (ब) 10. (ब) 11. (द) 12. (ब)]

## कार्बन



### 14.1 कार्बन की व्यापकता व विलक्षण गुण

साधारणतः कार्बन का नाम लेते ही हमारे समक्ष कोयला आ जाता है। कारण कार्बन का एक अशुद्ध रूप है और इसको हवा में जलाने पर कार्बन डाइऑक्साइड बनती है।

हम सब कार्बन के बने हैं

हमारा शरीर मुख्य रूप से कार्बन के यौगिकों के बना है। हड्डी की कैल्शियम कार्बोनेट से, रक्त, मांस, त्वचा, व लगभग सभी कार्बन के यौगिक अनेकों प्रोटीन के बने हैं। हम सब कार्य भी कार्बन के यौगिकों की विधाओं से अपने ऊर्जा के कारण ही कर पाते हैं।

हमारे रोजाना जीवन की वस्तुएं अधिकतर कार्बन के यौगिक हैं

हमारे चारों ओर अनेकों ऐसे पदार्थ हैं जिनका कार्बन ही मुख्य अवयव है। जैसे प्लास्टिक व लिखने के बायंडर, मैलूकोड, कार्बन अर्द्ध के यौगिक हैं। हमारा जीवन ही ही कार्बन के यौगिक से



प्रश्न—कौन-कौन से पदार्थों में कुछ सूने का मात्र जल भी और उसमें एक नमी की सहायता से पड़ते हैं? इनका उपयोग कैसे? सूने का पानी इकट्ठा हो जाना क्या दर्शाता है?

जवाब है कि हम जब जलवायु परिवर्तन है तब उसमें कार्बन डाइऑक्साइड होती है, इसी कारण से सूने का पानी इकट्ठा हो जाता है। हमारे शरीर में मेटाबॉलिज्म की क्रिया निरन्तर चलती रहती है। जो प्रक्रिया हम करते हैं उसके कार्बन के परमाणु श्वसन द्वारा अन्दर आया ऑक्सीजन के साथ कर कार्बन डाइऑक्साइड बनाने हैं। इस रासायनिक क्रिया में ऊर्जा (या ताप) उत्पन्न होती है। इसी कारण हमारा शरीर गरम बना रहता है। तुमने देखा कि किस प्रकार कार्बन तत्व हमारे शरीर के लिए एक आवश्यक तत्व है।

कार्बन के उपयोग का भी एक बड़ा गुण है। इस गुण का भी बड़े-बड़े उद्योगों में उपयोग किया जाता है।

मानव का विकास की कार्बन के कारण? कैसे?

जवाब—एक बॉम्बे का बड़ा टुकड़ा लो और उस पर एक छोटा सा गड्ढा कर लो। इस गड्ढे में लौह ऑक्साइड और बॉम्बे के पाउडर को मिला कर भर दो। अब एक कूखती की सहायता से इस मिश्रण को जल गरम करो। तुम देखोगे कि थोड़े समय बाद लौह ऑक्साइड एक सीसे की पिपेटी हुई बूंद में परिवर्तित हो जाता है। लौह ऑक्साइड के सीसे में बदलने में क्या क्रिया हुई?



इस उपर्युक्त क्रिया में लौह ऑक्साइड कार्बन द्वारा अपचयित होकर सीसे में परिवर्तित हो गया। इस प्रकार कार्बन लोहे के ऑक्साइड को लोहे में अपचयित करने में काम में लिया जाता है।



पाषाण तथा ताम्र युग में मानव की उन्नति का श्रेय यदि कार्बन के इस अपचयित करने के गुण को दें तो अनुचित न होगा। यदि लोहे को प्राप्त करने का सुलभ साधन कार्बन न हो तो गन्धक, आयरन के इस्तेमाल तथा असंख्य लोहे की मशीनें बनने में न जाने कितनी सदियां और लगनी।

## 14.2 कार्बन के विभिन्न रूप भी होते हैं

सदियों से शक्ति देने वाला मानव का विश्वस्त साधन

प्राचीन काल से कोयले लकड़ी का उपयोग ताप उत्पन्न करने में किया जाता रहा है। मध्य आधुनिक युग में ताप अथवा ऊर्जा प्राप्त करने के अन्य साधन भी काम में लिये जाते हैं—जैसे परमाणु शक्ति, हाइड्रो, जल विद्युत सयंत्र, आदि—किन्तु अब भी हमारे काम में आने वाले ईंधन जैसे कोयला, लकड़ी, गोबर, डीजल, पेट्रोल, आदि में कार्बन के यौगिकों के ऑक्सीकरण में ही ऊष्मा प्राप्त होती है। अब यह कहना अतिशयोक्ति नहीं होगी कि अब भी शक्ति प्राप्त करने का बहुत बड़ा स्रोत कार्बन के यौगिक ही है।

कोयले (थारकोल) के विभिन्न रूप—इसके तीन प्रमुख रूप प्रकृति में मिलते हैं—

(1) वाष्प थारकोल—तुम जानते हो कि लकड़ी में यह कोयला बनाया जाता है।

लकड़ी के लट्टों का ढेर लगाकर उस पर हरे पत्ते आदि ढालकर मिट्टी बिछा दी जाती है। इस ढेर में ऊपर की ओर तथा नीचे वायु आने-जाने के द्वार रखते हैं। फिर इसमें नीचे से आग लगा दी जाती है। लकड़ी अपर्याप्त हवा की उपस्थिति में जलती है और कुछ दिनों में कोयले में परिवर्तित हो जाती है। यह लकड़ी का कोयला कहलाता है।

इस प्रकार का कोयला सरल और मुसायम होता है। यह जलाने में तो काम आता ही है, इसका एक बहुत महत्वपूर्ण उपयोग यह है कि यह गैसों व रंगों के अवशोषण में प्रयोग में लिया जाता है। बारूद बनाने, पीने के जल को शुद्ध करने व अपचायक के रूप में भी इसका उपयोग किया जाता है।

- (2) शर्करा चारकोल—सान्द्र गंधक के अम्ल में जल सोखने का गुण है। शर्करा में हाइड्रोजन और ऑक्सीजन के परमाणु उसी अनुपात में हैं जितने जल में होते हैं। अतः सान्द्र गंधक का अम्ल शर्करा में से उन परमाणुओं को पानी के रूप में ले लेता है और शर्करा चारकोल पीछे बच रहता है जिसे धोकर साफ कर सकते हैं।



(शर्करा)

(चारकोल)

शर्करा की गर्म और गाढ़ी चाशनी में सावधानी से सान्द्र मत्पूरिक अम्ल ढालने से भी काले पदार्थ के रूप में जल्दी से शर्करा चारकोल प्राप्त किया जा सकता है।

- (3) जाल्मव चारकोल—अस्थि चारकोल हड्डियों के भजक आसवन से तैयार किया जाता है। हड्डियों को स्टील के बन्द रिटॉट में रख कर तेज गरम करने से कार्बन तथा कैल्सियम फॉस्फेट भेष बच रहता है। इस मिश्रण को सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ उबालने से कैल्सियम फॉस्फेट उसमें घुल जाता है और पीछे अस्थि चारकोल बच रहता है। यदि हाथी के दात से इसी प्रकार चारकोल तैयार करें तो वह गजदंत काजल कहलाता है।

पत्थर का कोयला पत्थर से नहीं, प्राचीन काल की वनस्पति व जन्तुओं के शरीरों से बना है। ऐसा माना जाता है कि पृथ्वी में जिसको हम पत्थर का कोयला कहते हैं वह पत्ते जंगलों के जमीन में धँस जाने के कारण बना है। चूँकि यह पत्थर के समान कड़ा होता है अतः इसको पत्थर का कोयला कहते हैं। पर वास्तव में इसका उद्गम जाल्मव पदार्थों से ही हुआ होगा। जब जंगल के जंगल जमीन में धँस गए तो वहाँ उन पर ऊपर की मिट्टी व पत्थर का बहुत दाब पड़ा। साथ ही पृथ्वी के अन्दर की ऊष्मा से हवा की अनुपस्थिति से पेड़ों के टूट कठोर कोयले में परिवर्तित हो गए। यो जमीन से निकाला जाने वाला पत्थर का कोयला भी चार रूपों में मिलता है—

(क) पीट—इसमें करीब 60% कार्बन होता है। इसमें लकड़ी के रेशे भी देखे जा सकते हैं। यह घटिया प्रकार का कोयला माना जाता है क्योंकि जलाने पर काफी धुआँ देता है व जलाने पर इसमें काफी ताप नहीं उत्पन्न होता है।

(ख) लिग्नाइट—इसको भूरा कोयला भी कहते हैं। यह पीट से उत्तम माना जाता है क्योंकि उसकी अपेक्षा अधिक ताप व कम धुआँ देता है। इसमें लगभग 67% कार्बन होता है।

(ग) बिटुमिन—यह काला व कठोर होता है। इसमें लगभग 80% कार्बन होता है।

इसमें जलाने पर प्रारंभ में ही अधिक धुआ निकलता है।

- (घ) एन्यासाइट—यह पत्थर के कोयले का सर्वोत्कृष्ट रूप है। यह अत्यन्त कठोर व भंगुर होता है। इसमें लगभग 90% कार्बन होता है। इसको जलाना कठिन होता है। पर एक बार जलाने पर बहुत समय तक तीव्र आंच देता है। रेल के इन्जिन व अन्य उद्योगों में तीव्र ऊष्मा उत्पन्न करने के लिए इसका उपयोग किया जाता है। जलाने पर यह बहुत कम धुआ देता है।

### 14.3 संतार के अनघोल हीरे व मूस्थवान ग्रेफाइट भी कार्बन हैं ही क्रिस्टलीय रूप हैं

सुम हीरे व ग्रेफाइट के गुणों से परिचित हो। हीरे तराशे जाने पर अपनी आभा के कारण प्राचीन काल से ही बहुमूल्य रहे हैं। इनको प्राप्त करने व इनका स्वामित्व बनाए रखने के लिए धनहीन व धनवान, राजा व महाराजाओं में झगड़ों व लड़ाइयों से संतार का इतिहास भरा पड़ा है। इनका प्रत्यक्ष-विषय 'कैरट' के नाप से किया जाता है जो एक ग्राम का लगभग पाँचवाँ भाग होता है। संतार का सबसे बड़ा हीरा (1½ पाँड भार) दक्षिण अफ्रीका में 1905 में प्राप्त हुआ था जो कटकर 800 कैरट के 'कुलिनन' हीरे के रूप में ब्रिटेन के राजा एडवर्ड को भेंट किया गया। संतार के सर्वशुद्ध हीरे 'रीजेन्ट' का भार 135½ कैरट है तथा वह प्राचीन कामोमी राजा के राजमुकुट में लगा है। भारत का हीरा 'कोहिनूर' इतिहास प्रसिद्ध है।

लेवोशिये ने जिन्होंने दहन की क्रिया को समझने के लिए इकाई 1 में वर्णित प्रयोग दिये थे, प्रथम बार सेन्स से सूर्य की किरणों को केन्द्रित करके हीरे को जलाकर देखा तथा डेवी (1814) ने इस प्रयोग से कि हीरे को जलाने से केवल कार्बन डाइऑक्साइड प्राप्त होती है यह निष्कर्ष निकाला कि हीरा कार्बन का ही क्रिस्टलीय रूप है।

कार्बन किस प्रकार क्रिस्टलीय रूप धारण करके हीरे में परिवर्तित हो जाता है ?

कार्बन को पिघलाना इतना कठिन है कि केवल कुछ वर्ष पहले ही इनमें उच्च दाब व ताप पर ही इसमें सफलता प्राप्त हुई है। 4347° से. तक गर्म करने पर यह सीधे ही वाष्प के रूप में परिवर्तित हो जाता है। केवल पिघले हुए सोदे को छोड़ कर कार्बन किसी भी पदार्थ में अविघ्न है। मीयमा नामक प्रासीसी वैज्ञानिक ने 3500° से. पर शक्कर, कार्बन व सोदे को ग्रेफाइट क्रिस्टल में पिघला कर प्रुसिबिल को पिघले हुए सीसे में डुबी कर कार्बन से हीरे बनाने का प्रयत्न किया तथा सम्भवतः उन्हें इसमें सफलता भी मिली, यद्यपि केवल अत्यन्त सूक्ष्म मात्रा में ही हीरे बने। 1957 से अमरीका में ओयोगिन शहर पर कृत्रिम हीरों का उत्पादन प्रारम्भ हो गया है किन्तु इसकी प्रक्रिया प्रकाशित नहीं की गई है। हीरा संतार में लगभग सभी पदार्थों में अधिक बड़ी वस्तु होने का कारण इसमें क्रिस्टलीय रूप में कार्बन के परमाणु के प्रबन्ध को ही माना जाता है। अनेकों अनुसंधानों के परन्तु यह प्रबन्ध चित्र 14.2 के अनुसार दर्शाया जा सकता है।



चित्र 14.2—हीरे में कार्बन का परमाणु प्रबन्ध





कार्बन का दूसरा निम्नोप रूप ड्राइड इतना मृदायम व चिना पदार्थ है कि कॅमरो, पत्थरों जैसे कठिन द्रवों में मुख्य तेल (Dry Lubricant) के रूप में प्रयुक्त किया जाता है। पेंसिलों में गुरुत्वं के रूप में तो इसका प्रयोग तुम्हें ज्ञान ही है। यह विद्युत का सुवाहक है व बैटरियों की प्लेट, विद्युत उपकरणों के इन्वैल्यूड व 'कार्बन आर्क' के लिए छोटे बलाने के लिए भी प्रयुक्त किया जाता है। अनुसंधानों के परम्परागत यह ज्ञान किया गया कि इसके निम्नलो में कार्बन परमाणुओं का प्रवण चित्र 14.3 के अनुसार परतदार होता है तथा इसकी विशिष्टता इसी कारण होती है कि इसकी ये अत्यन्त परमाणु परम एक दूसरे पर मरसना पूर्वक चिपक जाती है। इस प्रकार हम देखते हैं कि कार्बन अपने परमाणुओं के विभिन्न प्रवण के परिणाम स्वरूप अनेकों रूप धारण कर लेता है। किसी भी पदार्थ द्वारा प्रदर्शित ऐसे गुण को अपरूपता कहते हैं। कार्बन के अपरूपों की जानकारी हम मुख्यतः प्रमुख रूप में सामग्री 14.1 के रूप में प्रमवद्ध कर सकते हैं।



चित्र 14.3—प्रेकाइट में कार्बन के परमाणुओं का परतदार प्रवण

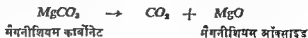
### कार्बन डाइऑक्साइड

#### 15.4 स्काटलैंड निवासी डाक्टर द्वारा कार्बन डाइऑक्साइड की खोज

सन् 1754 में जोसेफ ब्लेक नाम के स्काटलैंड के एक डाक्टर के द्वारा इस गैस की खोज हुई थी। इसकी एक मनोरंजक कहानी है।

स्काटलैंड के आयुर्विज्ञान के दो प्रोफेसरी के बीच यह विवाद उठ पड़ा हुआ कि चूने के पत्थर में प्राप्त चूने अथवा सीप कवच को गरम करने से प्राप्त पदार्थ से चूने का जल बनाने पर कौनसा औषधि के लिए अधिक उपयुक्त रहेगा? वे यह जानते थे कि चूने का जल साधारण चूने को पानी में घोल कर भी तैयार किया जा सकता है और सीप को तेज भट्टी में गरम करने पर जो पदार्थ बच रहता है उसमें भी चूने का पानी तैयार किया जा सकता है।

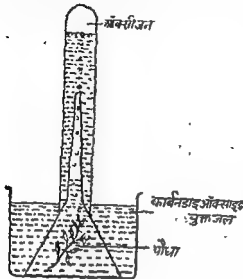
जोसेफ ब्लेक महाशय ने जब इस समस्या के बारे में चल रहे विवाद को सुना तो उन्होंने एक मच्चे वैज्ञानिक की तरह इसकी जाब करने का निश्चय किया। उन्होंने चूने का पत्थर तथा सीप कवच के अतिरिक्त अनेकों पदार्थ (कार्बोनेट) लिये। उनको गरम करके उनसे प्राप्त गैसों की परीक्षा की। ऐसा करते हुए 1754 में उसने मैग्नीशियम कार्बोनेट को गरम किया और सर्वप्रथम शुद्ध कार्बन डाइऑक्साइड गैस प्राप्त की।



#### 14.6 कार्बन डाइऑक्साइड जीवन और विनाश की गैस

प्राणियों के जीवित रहने के लिए यह गैस कैसे आवश्यक है? यदि वायुमण्डल में इस गैस की अल्पमात्रा में ही सही यानी 0.04 प्रतिशत उपस्थिति नहीं होती तो पृथ्वी पर जीवन सम्भव नहीं होता।

**प्रयोग**—इसको भली प्रकार समझने के लिए एक प्रयोग करो। एक बीकर में कुछ पानी तो जिसमें पहले नली द्वारा मुह से फूँक कर काफी कार्बन डाइऑक्साइड प्रवाहित की गई हो। (यह



चित्र 14.4—प्रकाश-संश्लेषण

गैस जल में घुलनशील है।) इसमें कुछ ऐसे पौधे रख दो जो जल में उगते हैं। वैसे यह प्रयोग साधारण जमीन पर उगने वाले पौधों से भी किया जा सकता है किन्तु तब परिणाम देखने के लिए बहुत प्रतीक्षा करनी होगी। इन पौधों को बीकर वाले जल में डाल कर ऊपर फनल रख दो और फनल पर जल से भर कर परखनली उलट दो (चित्र 14.4)। अब भारे उपकरण को कुछ घंटों के लिए धूप में रख दो। कुछ घंटों में परखनली में ऑक्सीजन गैस एकत्र हो जायेगी। इस प्रकार सूर्य के प्रकाश में वनस्पति जगत वायुमण्डल के कार्बन डाइऑक्साइड लेकर स्टार्च, शर्करा, आदि बनाते है जो हमारा भोजन है। यदि वायुमण्डल में यह 0.04% कार्बन डाइऑक्साइड नहीं होती तो पौधे हमारे लिए भोजन नहीं तैयार

कर सकते और वे भी स्वयं कुछ समय बाद मुरझा जाते। अतः कार्बन डाइऑक्साइड जीवन-दायिनी गैस सिद्ध होती है। इसके विपरीत यदि कार्बन डाइऑक्साइड से भरे जार में यदि कोई चिड़िया या कीड़ा रखें तो कुछ सेकण्ड में ही वह मर जायेगा। हवा में कार्बन डाइऑक्साइड गैस का प्रतिशत बढ जाने पर वह भातक हो सकती है।

वायुमण्डल में मनुष्यों व पशु-पक्षियों द्वारा निरन्तर श्वास क्रिया से कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा बढ़ती रहती है। हमारे ऊतकों में उपस्थित कार्बन योगिकों से श्वास क्रिया द्वारा कार्बन ऑक्सीजन से संयोग करती है। श्वास क्रिया में जो ऑक्सीजन मुक्त हवा अन्दर लेते हैं उसमें से कुछ कार्बन डाइऑक्साइड में परिवर्तित हो जाती है। इस तरह प्रत्येक श्वास क्रिया में गैस की मात्रा फरीब दुगुनी हो जाती है और ऑक्सीजन की मात्रा करीब 21% से घटकर 16% ही रह जाती है।

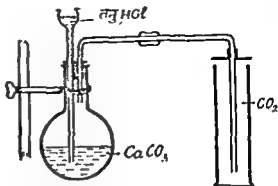
जब वस्तुएँ जलती हैं तब भी हवा की ऑक्सीजन कार्बन के साथ संयोग कर कार्बन डाइऑक्साइड बनाती है। पदार्थों के सड़ने, गलने, फिक्कन, आदि से भी ऑक्सीजन की मात्रा कम होती है व कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा वायुमण्डल में बढ़ती है। पर पृथ्वी तल पर उपस्थित पानी निरन्तर कार्बन डाइऑक्साइड को अपने में घोलता रहता है। सूर्य के प्रकाश में वेद पौधे सीधे हवा से कार्बन डाइऑक्साइड लेकर कार्बन भोजन बनाने में उपयोग में लाते हैं तथा ऑक्सीजन वायु को देते रहते हैं।

#### 14.6 प्रयोगशाला में कार्बन डाइऑक्साइड कैसे बनायेंगे ?

प्रयोगशाला में चूना पत्थर ( $\text{CaCO}_3$ ) पर तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की क्रिया से  $\text{CO}_2$  गैस बनाई जाती है।



चित्र 14.5 के अनुसार बीकर में रखे हुए चूना पत्थर के टुकड़ों को जल में डक दिया जाता है जिस इस्तेमाल में बिगिन बीकर के द्वारा गैस हाइड्रोजनोक्सीजन भस्म बिराने है। बनने वाली कार्बन डाइऑक्साइड को हवा के उत्क्रमणीय विस्थापन (Upward displacement) द्वारा गैस जार में संग्रहित कर दिया जाता है।



यदि गैस का निम्नतर उपयोग न हो तो बिगिन उपकरण (या भाग्य में दिग्गमिण दूसरे प्रकार) का प्रयोग कर सकते हैं जिसमें केवल तभी किया होती है जब पहले बनी हुई गैस निराल चुरा होती है।

चित्र 14.5—प्रयोगशाला में कार्बन डाइऑक्साइड बनाना

कार्बन डाइऑक्साइड बनाने के लिए मध्यमूरिक अम्ल का उपयोग नहीं किया जाता है क्योंकि चूने के पाथरी पर हमरी क्रिया में नैन्मिषम मलफेट बनता है जो अविनेय है और हमकी सतह को ढक लेता है। इससे भागे किया नहीं हो पाती और गैस का निबलना बन्द हो जाता है।

#### 14.7 कार्बन डाइऑक्साइड बनाने की अन्य विधियाँ

(अ) जब कार्बन अथवा किसी कार्बन युक्त पदार्थ को वायु में जलाया जाता है—जैसे मोम, बत्ती, लकड़ी, आदि—तो भी यही गैस प्राप्त होती है।



(ब) क्षार धातुओं के कार्बोनेटों को छोड़कर अन्य धातुओं के कार्बोनेटों को गरम करने में अथवा किसी धातु के बाइकार्बोनेट को गरम करने में यह गैस बनती है।



#### 14.8 कार्बन डाइऑक्साइड बनाने की औद्योगिक विधियाँ

बड़े स्तर पर कार्बन डाइऑक्साइड निम्न विधियों द्वारा प्राप्त होती है:

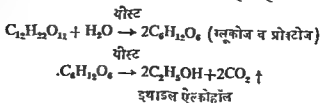
(1) चूने के उत्पादन में उपजात के रूप में:



(2) मैग्नीशियम और सोडियम सल्फेट के उत्पादन में उपजात के रूप में:

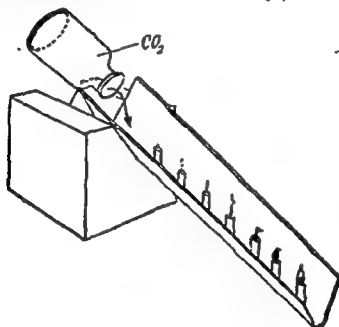


{3} किण्वन (Fermentation) से ऐल्कोहॉल के उत्पादन में अथवा स्टार्च अथवा मोरे (Molasses) के किण्वन से उपजात के रूप में प्राप्त होती है :



### 14.9 कार्बन डाइऑक्साइड के भौतिक गुण

रंगहीन तथा अति मन्द गंध युक्त गैस है। हवा से लगभग ढाई गुना भारी होने के कारण पानी की भांति एक बर्तन से दूसरे बर्तन में डाली जा सकती है (चित्र 14.6)। यह पानी में



चित्र 14.6—कार्बन डाइऑक्साइड वायु से भारी है

विलेय है। 0° से और 40 वायुमण्डलीय दाब पर इसको द्रवित किया जा सकता है। यह विषैली नहीं है। द्रव गैस के वाष्पीकरण में ठोस कार्बन डाइऑक्साइड जिसे सूखी बर्फ कहते हैं प्राप्त होती है। जीवधारी इसमें आक्सीजन न मिलने के कारण मर जाते हैं।

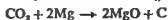
### 14.10 कार्बन डाइऑक्साइड के रासायनिक गुण

#### 1. स्थायित्व

कार्बन डाइऑक्साइड अति स्थायी गैस है। 1500° से. तक गरम करने में केवल 0.32% गैस विघटित होती है। 2000° से. पर केवल 2% गैस विघटित होता है :-



इतने अधिक स्थायित्व के कारण ही कार्बन डाइऑक्साइड इतनी अधिक ऑक्सीजन की प्रतिशत मात्रा रखते हुए भी पदार्थों को जलाने में सहायता नहीं देती। किन्तु मैग्नीशियम, सोडियम एवं पोटेशियम हममें जलकर इससे कार्बन मुक्त कर देते हैं। कार्बन डाइऑक्साइड से भरे जार में जलता हुआ मैग्नीशियम में जाओ और दीवारों पर एकत्रित पदार्थों को ध्यानपूर्वक देखो :



## 2. अम्लीय प्रकृति

कार्बन डाइऑक्साइड का जल में विलयन अम्लीय गुण प्रदर्शित करता है और यह नीले लिटमस को लाल कर देता है। कार्बन डाइऑक्साइड पानी में घुलकर कार्बोनिक अम्ल बनाती है। कार्बन डाइऑक्साइड को इसीलिए कार्बोनिक ऐनहाइड्राइड (Carbonic anhydride) भी कहते हैं।

## 3. खूने के पानी पर क्रिया

खूने के पानी में  $\text{CO}_2$  प्रवाहित करने से कैल्शियम कार्बोनेट बनने के कारण पानी दूधिया हो जाता है :



यदि गैस की अधिकता में प्रवाहित किया जाय तो विनेय बाइकार्बोनेट बनने के कारण दूधियापन समाप्त हो जाता है :

$\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Ca(HCO}_3)_2$  (घुलनशील कैल्शियम बाइकार्बोनेट)  
परन्तु इस विलयन को गरम किया जाय तो अविलेय दूधियापन पुनः दिखाई पड़ने लगता है। क्यों ?

साथ



इस क्रिया को प्रयोगशाला में कार्बोनेटों के परीक्षण के लिए किया जाता है।

## 4. धातुओं के ऑक्साइडों के साथ क्रिया

धातुओं की ऑक्साइडों के साथ संयोग करके उनके कार्बोनेट बनाती है



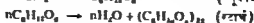
## 5. अपचयन

लाल ताम्र बोक, जलन अथवा सोहे के ऊपर प्रवाहित किए जाने पर वह कार्बन मोनोक्साइड में अपचयित हो जाती है :



## 6. प्रकाश-संश्लेषण (Photosynthesis)

नमी तथा सूर्य के प्रकाश में पौधे पत्तों में उपस्थित क्लोरोफिल (Chlorophyll) की सहायता में कार्बन डाइऑक्साइड अवशोषित करके ग्लूकोज (Glucose) और स्टार्च (Starch) बनाते हैं तथा ऑक्सीजन मुक्त होती है। इस क्रिया को प्रकाश-संश्लेषण कहते हैं। इसको दर्शाने के लिए प्रयोग तुम करने पर चले हो।



### 14.11 पहचान

(1) जलती हुई मोमवती कार्बन डाइऑक्साइड में ले जाने से बुझ जाती है परन्तु जलता हुआ मैग्नीशियम का फीता (Magnesium Ribbon) इसमें जलता रहता है।

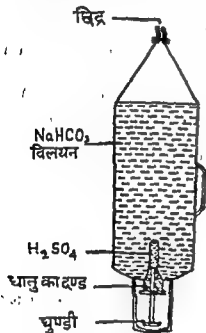
(2) यह चूने के पानी को दूधिया कर देती है। परन्तु अधिक प्रवाहित करने पर दूधिया रंग समाप्त हो जाता है।

(3)  $\text{CO}_2$  का जलीय विलयन नीले लिटमस को लाल कर देता है।

### 14.12 उपयोग

सोडावाटर बनाने में, सोल्वे विधि (Solvay Process) द्वारा सोडियम कार्बोनेट के औद्योगिक निर्माण में, सफेदा के औद्योगिक निर्माण में, एल्युमिनियम के निष्कर्षण में, बौक्साइट (Bauxite) के शोधन में, बर्फ जमाने में, ठण्डक पैदा करने में तथा अग्नि बुझाने के यन्त्रों में इसका उपयोग किया जाता है।

#### अग्नि शामक (Fire Extinguisher)



चित्र 14.7—अग्नि शामक

यह एक धातु का बर्तन होता है जिसमें सोडियम बाइकार्बोनेट का सान्द्र विलयन भरा रहता है तथा इसमें एक काच की बोतल होती है जिसमें सान्द्र अम्ल होता है (चित्र 14.7)। बोतल पर धातु की एक छड़, जिसे घुण्टी बाहर की ओर होती है, टिकी होती है। यन्त्र को प्रयोग में लाने के लिए घुण्टी को किसी कड़े तल पर ठोकते हैं जिससे अन्दर की बोतल टूट जाती है और अम्लीय विलयन कार्बोनेट के विलयन के सम्पर्क में आ जाता है। कार्बन डाइऑक्साइड गैस अधिक दाय पर बनती है और छिद्र में तेजी से बाहर निकलती है। जिस स्थान पर अग्नि बुझानी होती है उम स्थान पर इसकी धार फैली जाती है जिसमें अग्नि बुझ जाती है।

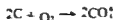
#### कार्बन मोनोक्साइड

### 14.13 प्रीस्टले ने कार्बन के ऐसे ऑक्साइड की खोज की जो जलता था

गुप्तने यह देखा है कि कार्बन डाइऑक्साइड एक ऐसी गैस है जो आग बुझाने के काम आती है। पर अटॉमिस्ट्री शताब्दी के अन्त तक में प्रीस्टले ने देखा कि उमरी भट्टी में लौ के ऊपर एक ऐसी गैस बन रही थी जो अम्लीय द्रव में नीची लौ के साथ बबो-बबो जग उठती थी। यह गैस उन्होंने प्रयोगशाला में की जगों में धातुिक तथा रासायनिक अभ्यासों में बनाने के लिए विशेष छोटाकर बनाए गए थे।

कार्बन मोनोक्साइड कैसे बनाते हैं ?

प्रयोगों से हमने जाना कि कार्बन के साथ प्रयोग कि ऐसे पदार्थ जिनमें कार्बन होता है जब हम उसे गर्म करते हैं तब कार्बन डाइऑक्साइड न बनकर कार्बन मोनोक्साइड बन जाता है।



हमें यह ध्यान रखने में आनी चाहिए कि जब कार्बन डाइऑक्साइड जब ताप बढ़ने पर प्रवाहित होती है तब भी यह गैस बनती है।



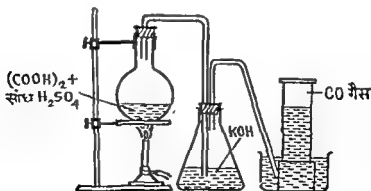
जब हम कार्बन के साथ कार्बन डाइऑक्साइड गर्म करते हैं तब भी यह अत्यधिक गैस उत्पन्न होती है। कभी-कभी हम प्रयोग कर कार्बन के साथ कार्बन डाइऑक्साइड गर्म करने पर गैसों को सूक्ष्म तरंगों में गर्म करते हैं।

हम बहुत ध्यान देने से जानेंगे कि अभी तक जो यह गैस कार्बन मोनोक्साइड अत्यधिक विषाक्त गैस है वह हमारी जीव दमन उपयोग इंजन के रूप में प्रयोग जा सकता है।

हमने इंजन गैसों के बारे में सुना होगा। 'इन्डिन' भी इसी प्रकार की एक इंजन गैस है जो प्रायः घरों में जलाने में काम आती है। ऐसी और भी कई गैसें हैं जो हवा, जल, बोयला, आदि गर्म करने पदार्थों में लौटाने की जाती है और उन्हें जला कर ताप प्राप्त किया जा सकता है। एक प्राकृतिक गैस जमीन के नीचे मिलती है। बहुतों में छेद कर यह गैस का प्रवाह नियंत्रित कर यह गैस इंजन के रूप में काम में ली जाती है। समस्त इस प्राकृतिक गैस के बनने का शोध अत्यधिक पदार्थ होगा जो कोयला या पेट्रोलियम के बनने का होता है।

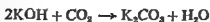
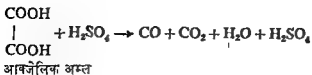
#### 14.14 प्रयोगशाला में कार्बन मोनोक्साइड गैस कैसे बनाते हैं ?

- ऑक्जेलिक अम्ल से : एक पत्राक्ष में अम्ल (Oxalic acid) के क्रिस्टल लेकर, उसमें सांद्र तापमान अम्ल डालते हैं व एक निकाम नली लगा देते हैं तथा पत्राक्ष को गर्म करते हैं। निकली हुई गैस को KOH में भरे बोतिल पत्राक्ष में प्रवाहित कर जल के ऊपर गैस जार में एकत्र कर लिया जाता है। KOH का विनयन विषाक्त गैस को सोख देता है (चित्र 14.8)।



चित्र 14.8—प्रयोगशाला में कार्बन मोनोक्साइड बनाना (ऑक्जेलिक एसिड से)





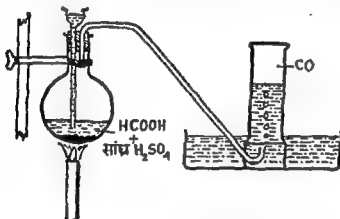
पूर्ण शुद्ध गैस प्राप्त करने के लिए गैस को क्रमशः KOH और  $\text{P}_2\text{O}_5$  से प्रवाहित कर पारे के ऊपर एकत्र कर लिया जाता है।

2. फॉर्मिक अम्ल से : सल्फ्यूरिक अम्ल, आवर्जेलिक अम्ल की भांति ही फॉर्मिक अम्ल ( $\text{H.COOH}$ ) से भी जल के अणु को शोषित कर लेता है। फलतः कार्बन मोनोक्साइड प्राप्त होती है।



फॉर्मिक अम्ल

सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल प्लास्क में  $100^\circ\text{C}$  तक गरम किया जाता है और एक बिन्दुपाती कीप (Separating funnel) द्वारा फॉर्मिक अम्ल गिराया जाता है। शुष्क अवस्था में प्राप्त करने के लिए KOH पर प्रवाहित करके पारे के ऊपर एकत्र करते हैं (चित्र 14.9)।



चित्र 14.9—प्रयोगशाला में कार्बन मोनोक्साइड बनाना (फॉर्मिक एसिड से)

अधिक मात्रा में कार्बन मोनोक्साइड प्रोड्यूसर गैस व जल गैस के अवयव के रूप में बनती है जिसका वर्णन तुम आगे पढ़ोगे।

### 14.15 कार्बन मोनोक्साइड के भौतिक गुण

1. यह रंगहीन, स्वादहीन तथा मृदु मधुर गंध वाली गैस है।
2. इसका घनत्व लगभग वायु के बराबर होता है (इसका वाष्प घनत्व 14 है जब कि वायु का 14.4)
3. जल में बहुत कम विलेय है,  $0^\circ\text{C}$  पर 130 आयतन जल में केवल 3 आयतन गैस घुलती है।
4. यह  $191.5^\circ\text{C}$  पर रंगहीन द्रव में तथा  $200^\circ\text{C}$  पर ठोस में परिवर्तित हो जाती है।

कार्बन मोनोक्साइड मोठी नोंव के द्वारा मृत्यु का कच्चा डाल सकती है

यह अति विषैली गैस है। इसकी थोड़ी-सी मात्रा सूपने में गिर में धकड़र आने लगते हैं और बेहोशी आकर मृत्यु भी हो सकती है। यदि 800 आयतन वायु में एक आयतन कार्बन मोनोक्साइड

मिली गैस निरन्तर सुँघायी जाय तो 30 मिनट के भीतर मृत्यु की मृत्यु हो सकती है। शरीर में य रक्त के हीमोग्लोबिन (Haemoglobin) से मिलकर कार्बोक्सीहीमोग्लोबिन (Carboxyhaemoglobin) नाम का यौगिक बनाती है, जिसके कारण रक्त ऑक्सीजन लेने में असमर्थ हो जाता है। परिणामस्वरूप रक्त का शोधन रुक जाता है, घुटन (Suffocation) का आभास होता है और मृत हो जाती है।

ऐसी अनेकों घटनाएँ होती हैं जब सदियों के दिनों में कुछ लोग कमरे में आग गुलगा कर किवाड़ और छिड़की बन्द करके सो जाते हैं। प्रातः कमरा खोलने पर वे मरे हुए मिलते हैं। कारण स्पष्ट है—आग गुलगाने में कमरे की हवा में ऑक्सीजन की मात्रा धीरे-धीरे कम हो जाती है। इससे साथ-साथ कोयले के जलने से कार्बन मोनोक्साइड बनती ही रहती है जो ऐसी घटनाओं का कारण होती है।

तम्बाकू के धुएँ में भी कार्बन मोनोक्साइड की बहुत थोड़ी-सी मात्रा मिली रहती है। धूम्रपान करने वालों के रक्त में यह मिल जाती है। ऐसे लोगों में से बहुतों को रात में कम या बिल्कुल ही न दिखाई देने का रोग (रतौंधी) हो जाता है। जो लोग दिन में 24 में अधिक सिगरेट पीते हैं या जो दुकानों का सेवन बहुत अधिक करते हैं वे भी इस रोग के शिकार बन सकते हैं।

दण्ड के दिनों मोटर में रज का किवाड़ बन्द कर कभी-कभी मोटर ड्राइवर अपने आप को गम रहने के लिए मोटर चालू रख कर सो जाते हैं। धीरे-धीरे कार्बन मोनोक्साइड गैस को दूषित करती रहती है और मृत्यु होने की घटनाएँ हो जाती हैं।

कार्बन मोनोक्साइड से पीड़ित व्यक्ति को पुनः ठीक दशा में लाने के लिए 95% ऑक्सीजन तथा 5% कार्बन डाइऑक्साइड का मिश्रण श्वसन दिशाने के लिए उपयोग में लाया जाता है।

घृहों पर कार्बन मोनोक्साइड का प्रभाव बहुत शीघ्र पड़ता है। अतः कोयले आदि की खानों में इसकी उपस्थिति का ज्ञान करने के लिए घृहों का उपयोग किया जाता है।

#### 14.16 कार्बन मोनोक्साइड के रासायनिक गुण

1. अधातुओं के साथ क्रिया—यह असंतृप्त (Unsaturated) यौगिक है। अतः यह ग्रुप के प्रथम में क्लोरीन के साथ संयुक्त होकर कार्बोनिल क्लोराइड अर्थात् फॉस्जीन नामक यौगिक (Addition) यौगिक बनाता है।



फॉस्जीन अति विषैली गैस है।

इसी भाँति शर्करा के वाष्प में भी संयुक्त होकर कार्बोनिल ग्लूकोसाइड बनती है।



450° में और 2000 वायुमण्डलीय दाब पर  $\text{ZnO}$  अथवा  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  की उपस्थिति में हाइड्रोजन में संयोग करके मेथिल ऐल्कोहॉल बनती है



2. श्वसनशीलता—यह ज्वलनशील है, नीली लौ में साथ वायु में जलती है। ऑक्सीजन में जलाये जाने पर बिस्फोटपूर्वक जलती है। श्वसन की अर्थात् जलाने समय मुँह में इसकी नीली लौ अवश्य देखी होगी—



3. तापुमी के साथ किया—जिस्स, सोडा और कोकस के साथ पूर्ण पर कार्बन मोनोक्साइड प्रवाहित करने पर कार्बोनिज नामक गैस निकलने ? :



4. अक्साइड के रूप में—उच्च ताप पर गढ़ गीरा आक्साइड के दुग प्रसंस्करण करती है ।  
गढ़ ताप ताप बहुधा कार्बोनाइट और जैस्स कार्बोनाइट को अपघटित कर देती है :



5. कार्बोनाइट सोडा के साथ किया—आधारण ताप पर कार्बोनाइट सोडा के साथ कोई रिएक्शन नहीं करती है, परन्तु उच्च ताप और अधिक दबाव पर इनमें मधुमह होकर सोडियम कार्बोनेट बनती है :



(सोडियम फॉर्मेट)

6. बहुधा कार्बोनाइट के साथ किया— $\text{Cu}_2\text{Cl}_2$  के जलीय या अमोनियम रिक्तन में गढ़ अमोनियम होकर एक योगात्मक यौगिक (Additive Compound) बनती है ।

इस आधार पर बहुधा कार्बोनाइट में गैस को प्रवाहित करने इनमें अन्य गैसों की अनुप्रतिष्ठा कर कर दी जाती है ।

## 14.17 उपयोग

1. सोडियम ऐल्कोहाइल, सोडियम फॉर्मेट तथा मग्नेटिक गैट्रोन के निर्माण में ।
2. रंग उद्योग में ।
3. भाप-अपघार गैस, वायु-अपघार गैस (Producer) और कोयला (Coal) गैस के अवयव के रूप में ईंधन गैस की तरह ।

## 14.18 कार्बन मोनोक्साइड के उपस्थिति की जांच कैसे की जाती है ?

कार्बोनाइट कार्बन मोनोक्साइड इतनी विषैली गैस है कि बिना घबर दिये भी मृत्यु का आह्वान कर सकती है, वैज्ञानिकों ने सोच कर ऐसे सूक्ष्मक योज निकाले हैं जिनकी सहायता से वही भी थोड़ी-सी मात्रा में भी इसकी उपस्थिति का पता चलाया जा सके । हूनामाइट नामक एक कागज होता है जिस पर आयोडीन पैंथेनोक्साइड लगा रहता है । जब इस पर कार्बन मोनोक्साइड की क्रिया होती है तो आयोडीन मुक्त हो जाती है । वायु में जितनी अधिक CO गैस होगी उतनी ही अधिक आयोडीन मुक्त होगी । अतः एक मानक पत्र के रंगों से तुलना करके तुरन्त यह पता लगाया जा सकता है कि वायु में कितने प्रतिशत गैस है ।



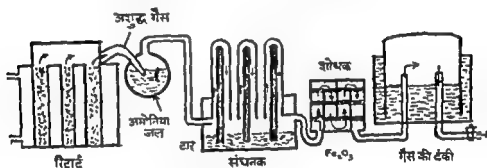
यह विधि बूझने के पहले केनेरी नामक चिड़िया इसकी पहचान करने में उपयोग में ली जाती थी । ये इस गैस को सूँघने से तुरन्त मर जाती हैं ।

## इंधन गैसें

वे गैसें जिनको जला कर ऊष्मा प्राप्त होती है इंधन गैसें कहलाती हैं। ठोस इंधन की अपेक्षा धातु बने प्लास्टिक व डीजेल में आक्सीजन इंधन गैसों का उपयोग उनकी श्रेष्ठता, गुणमत्ता, अधिक ऊष्मा देने की क्षमता व जल कर राख न छोड़ने के गुणों के कारण बहुत अधिक बड़ गया है। तुलना करने पर हमें पेट्रोल, डीजल व मोटरवाहनों में 'इंजिन' या 'मोटर' के नाम में छोटे-छोटे साव सिलिण्डरों में भरी हुई प्रमुख इंधन गैस का कार्य देख सकते हैं।

### 14.19 कोयला गैस (Coal Gas)

कोयले के भजक आमचन से कोयला गैस (कोयला गैस) प्राप्त होती है। पहले यह प्रकाश तथा ऊष्मा देने के लिए काम में लायी जाती थी किन्तु विद्युत बल्बों के आविष्कार के बाद इसका प्रयोग इंधन के कुछ अन्य सार्वजनिक पदार्थ करने के लिए किया जाता है।



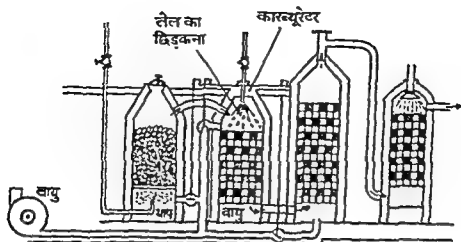
चित्र 14.10 (अ)—कोयला गैस का उत्पादन

#### कोयला गैस का उत्पादन

चित्र 14.10 (अ) व (ब) में इसके लिए प्रयुक्त उत्पादन यन्त्र दर्शाया गया है जिसके निम्न मुख्य भाग हैं—

- (1) रिटॉर्ट, जलीय गैस बाहिनी या हाइड्रोलिक भेन
- (2) सघनक (Condenser)
- (3) टार वूल (Tar Well)
- (4) भाजक या स्कबर (Scrubber)
- (5) शोधक (Purifier)
- (6) गैस की टंकी (Gas Holder)

कोयले के चूर्ण को अग्नि मिट्टी (Fire Clay) से बने हुए रिटॉर्ट में रख कर 700° सेंटीग्रेड से 1000° सेंटीग्रेड तक वायु की अनुपस्थिति में गरम करते हैं। इसे कोयले का भजक आमचन (Destructive Distillation) कहते हैं। इस ताप पर प्राप्त गैस में कोयला गैस की मात्रा 18% के लगभग होती है। यदि कोयले को 1500° सेंटीग्रेड तक गरम किया जाय तो यह मात्रा 22% तक पहुँच सकती है किन्तु इस ताप पर प्राप्त गैसों में सभी इच्छित गुण नहीं होते।



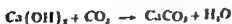
चित्र 1410 (ब) — कार्ब्युरेटर कोल गैस बनाने के लिए प्रयुक्त सज्जा

उत्पन्न हुई गैस को पहले जलीय गैस वाहिनी और सफाई में से प्रवाहित करते हैं। यहाँ गैस में उपस्थित कोलतार तथा अन्य विलेय पदार्थ दूर हो जाते हैं। कोलतार तारकूप में बह कर एकत्रित होने लगता है। कोलतार एमोनिएकल लिक्वर (Ammoniacal Liquor) जमा होने लगता है। गैस को अब मास्क में से गुजारा जाता है। स्कबर कोर से भरा एक स्तम्भ होता है जिसके ऊपर से पानी की धारा धीरे-धीरे बहती रहती है। यहाँ पर पानी की धारा में गैस में उपस्थित  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCN}$ ,  $\text{CS}_2$  और  $\text{CO}_2$  आदि गैसों का कुछ भ्रम दूर हो जाता है।

अब गैस को शोधक में से होकर प्रवाहित करते हैं। यहाँ  $\text{CS}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  और  $\text{CO}_2$  गैसों का बहुत अल्प शोधक में रहने हुए वैरिक हाइड्रासोइड और बुझे हुए चूने द्वारा शोधित कर लिया जाता है।



(संशोधन पात्रों-काकोलेट)



इस प्रकार शुद्ध की गयी गैस को पानी पर उन्नीचे मोड़ने की दृष्टि से सुरक्षित कर लिया जाता है।

कोयला गैस की रचना

कोयला गैस बहुत गीली गैस का मिश्रण है। कोयला गैस की रचना कच्चे की शक्ति तथा कोयले के अपघटन के दृढ़ और बलवत् के समय प्राप्त हुए बहुत निर्भर करती है। अपघटन के विचार

से ओरत गैस की रचना निम्न अवयव से होती है—

अवयव	प्रतिशत भाग
हाइड्रोजन	49%
मार्श गैस (मीथेन)	32%
कार्बन मोनोक्साइड	8%
ऐसेटिलीन और ऐथिलीन	4.5%
नाइट्रोजन	4%
कार्बन डाइऑक्साइड	1%
ऑक्सीजन	1%

### उपयोग

यह मुख्य रूप से औद्योगिक व घरेलू ईंधन के लिए प्रयुक्त होती है।  
घनित्रो से धातुएं प्राप्त करने की क्रिया में भी उपयोग करते हैं।

### 14.20 कोयले के सजक आसवन से प्राप्त महत्वपूर्ण उपजात (By Product)

#### (1) कोयलतार (Coal Tar)

यह काला और गाढ़ा द्रव है। यह बहुत से कार्बनिक यौगिकों, जैसे बेंजीन, टोलुयेन, फीनोल, आदि के निर्माण में प्रयुक्त होता है। यह सबड़ी को सुरक्षित रखने में तथा तार बागज (Tar Paper) बनाने में भी काम आता है। सुपने इसका उपयोग सड़कों को बनाने में होता देखा होगा।

#### (2) अमोनिएकल लिक्वर (Ammoniacal Liquor)

यह तार रूप में कोयलतार के ऊपर जमा हो जाता है। यह अमोनिया के निर्माण में प्रयुक्त होता है।

#### (3) कोक (Coke)

यह रिटॉर्ट में अवरोध के रूप में रह जाता है। यह एक मूल्यवान ईंधन है, जो धातुओं में प्रयुक्त होता है।

#### (4) गैस कार्बन (Gas Carbon)

रिटॉर्ट में भीतरी सतहों पर कार्बन की एक नई जमा आती है। यह गैस कार्बन है। इसे पृथक् कर अलग कर लिया जाता है। यह बिजली का सुचालक है तथा इलेक्ट्रोड (Electrodes) बनाने में प्रयुक्त होता है।

#### (5) गैस लाइम (Gas Lime)

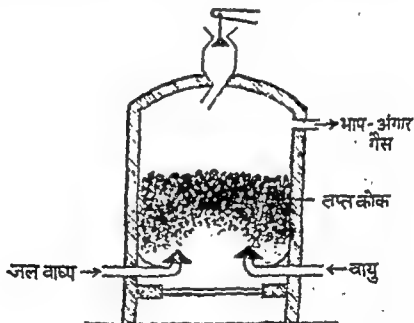
इसे सोपों में निवाला जाता है और उर्वरक के रूप में प्रयुक्त होता है।

### भाप-अंगार गैस (Water Gas)

14.21 अनेकों तरीकों पर इस्तेमाल में लाया गया गैस का उपयोग होता रहा। इसमें मुख्यतः कार्बोनेट के अंतर आगार के उत्पाद तथा हुआ 'कोर' (जबकि कोर) बड़ी मात्रा में उपलब्ध होता गया। इसमें उपयोग में भी बड़े-बड़े ईंधन गैस बनाने का प्रयत्न किया गया। 'कोर' को सिले गरम करने इस पर प्रति गैस का प्रवाहित करने पर कार्बन मोनोऑक्साइड व हाइड्रोजन का मिश्रण प्राप्त होता है। इसे ही 'भाप-अंगार गैस' कहते हैं।



यह विद्या ऊष्माशोषी है, अर्थात् कुछ समय तक भाप प्रवाहित करने में भट्टी का ताप गिर जाता है। अतः कुछ समय तक भाप का प्रवाह रोक कर भट्टी में वायु छोड़ते हैं। ताप बढ़ जाने पर पुनः भाप प्रवाहित करने भाप-अंगार गैस बनाना प्रारम्भ करते हैं (चित्र 14.11)।



चित्र 14.11—भाप-अंगार गैस

इस कारण इस गैस में थोड़ी मात्रा कार्बन डाइऑक्साइड की भी मिली रहती है। विभिन्न तापो पर भाप-अंगार गैस की रचना निम्न तालिका में दी गयी है—

ताप (° सें.)	भाप-अंगार गैस की रचना		
	H <sub>2</sub> %	CO%	CO <sub>2</sub> %
674°	65.2	4.9	29.8
1010°	48.8	49.7	1.5
1125°	50.69	48.5	0.6

वायु-अंगार गैस का उपयोग

(1) स्टील के जलने के लिए।

(2) सीमेंटिक ब्लास्ट फर्न जैसे उष्मेच्छिन्ना का कमर्शियल भी बनाने जैसे कार्यों के लिए हाइड्रोजन प्राप्त करने के लिए तथा एक ऊर्ध्वक कामाधारक ईंधन गैस के रूप में।

(3) कार्बुरेटेड वायु-अंगार गैस (Carburised Water Gas) बनाने के लिए।

(इसके लिए वायु-अंगार गैस में सैटुरेज्ड जैसे हाइड्रोकार्बन मिलाकर पुनः गरम किया जाता है जिसे हाइड्रोकार्बन के संपृक्त कर जलने पर अधिकतम कामा प्रदान करते हैं)

## 14.22 वायु-अंगार गैस (Producer Gas)

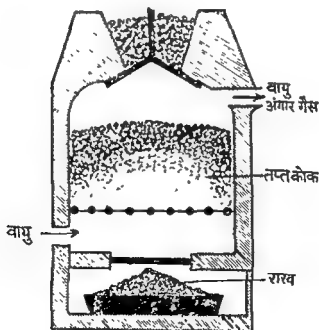
1100° से. तक गरम लौ को जल पर वायु प्रवाहित करने से कार्बन मोनोक्साइड और वायु में उपस्थित नाइट्रोजन प्राप्त होती है। पहले झट्टी के निचले भाग में सम्भवतः कार्बन डाइऑक्साइड बनती है।



ऊर्ध्व ऊपर भाग में वायु की स्पन्दता व अधिक ताप के कारण यह अपव्ययित होकर कार्बन मोनो-ऑक्साइड बनती है।



प्राप्त हो। वाणी गैस (चित्र 14.12) नाइट्रोजन और कार्बन मोनोक्साइड का मिश्रण होती



चित्र 14.12—वायु-अंगार गैस





प्रोड्यूरर गैस बनाने के लिए तप्त कोक पर वायु प्रवाहित करते हैं। निकली हुई गैस में कार्बन मोनोऑक्साइड व वायु की शेप नाइट्रोजन होती है। इसे भी मुख्यतः छातु कर्म में गैसीय ईंधन के रूप में प्रयोग में लाते हैं।

#### अध्ययन प्रश्न

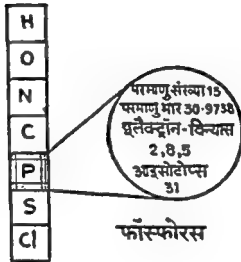
1. चारकोन के तीन मुख्य रूप कौनसे हैं ? इन्हें किम प्रकार बनाया जाता है ? इन रूपों के प्रमुख उपयोग बताओ।
2. कार्बन एक महत्वपूर्ण तत्व है। इसकी महत्ता की व्याख्या करो।
3. पत्थर का कोषाण प्रकृति में किन-किन दशाओं में पाया जाता है ? इन विभिन्न रूपों में कार्बन की मात्रा में क्या अन्तर है ?
4. परमाणु रचना के आधार पर हीरे और ग्रेफाइट के गुणों का वर्णन करो तथा इसी आधार पर इनके उपयोग का कारण बताओ।
5. किन पदार्थों से कार्बन डाइऑक्साइड प्राप्त की जा सकती है ? प्रयोगशाला में इस गैस को प्राप्त करने के लिए एक उपकरण लगाओ और गैस को बनाकर उसके गुण देखो। इस गैस की पहचान कैसे की जा सकती है ?
6. कार्बन मोनोऑक्साइड एक विषैली गैस है। क्यों ? इसके प्रभाव को किम प्रकार नष्ट करके मनुष्य को मृत्यु से बचाया जा सकता है।
7. ईंधन गैस क्या होती है ? कौन गैस बनाते समय भत्रक आमचन में प्राप्त उपजात पदार्थों का उपयोग क्या है ?
8. भाप-अगर गैस व प्रोड्यूरर गैस किम प्रकार ईंधन का कार्य करती है ? इनके उपकरण का चित्र बनाओ और प्रमुख उपयोग लिखो।

#### अभ्यास प्रश्न

1. यदि चूना पत्थर (साइम स्टोन) को अत्यधिक गरम करे तो
  - (अ) चूना पत्थर का ऑक्सीकरण होता है।
  - (ब) कार्बन डाइऑक्साइड निकलती है और बुझा चूना अवशेष रहता है।
  - (ग) कार्बन डाइऑक्साइड निकलती है, बिना बुझा चूना अवशेष रहता है।
  - (द) क्रिस्टलन-अन निकलता है।
  - (ए)  $1200^{\circ}$  से. में नीचे कोई क्रिया नहीं होती।
2. एक परखनली में चूने का पानी लेकर उसमें 10 मिनट तक अधिक कार्बन डाइऑक्साइड प्रवाहित की और फिर विलयन को उठाया। रंग परिवर्तन इस क्रम में होगा :
  - (अ) साफ, चाकमय, साफ, चाकमय।
  - (ब) साफ, दूधिया, साफ, चाना।
  - (ग) साफ, साफ, दूधिया, साफ।
  - (द) साफ, दूधिया, "
  - (ए) साफ, "

3. जलता हुआ मैग्नीशियम तार कार्बन डाइऑक्साइड गैस के जार में ले जाने पर हम देखते हैं कि
- (अ) धातु गैस में नहीं जलती ।
  - (ब) कालिधमुक्त ज्वाला से धातु जलती है ।
  - (स) काला धुआं और श्वेत अम्लीय ऑक्साइड देकर मैग्नीशियम जलता है ।
  - (द) धातु जलती है और श्वेत चूरा व काला ठोस पदार्थ बनता है ।
  - (इ) धातु गैस को कार्बन व ऑक्सीजन में अपघटित करता है ।
4. लैंड कार्बोनेट में तनु सल्फ्यूरिक अम्ल डाला । कुछ कार्बन डाइऑक्साइड गैस निकलती है और क्रिया कुछ देर बाद रुक जाती है, क्योंकि
- (अ) यह क्रिया ऊष्माक्षेपी है ।
  - (ब) अविलेय लैंड सल्फेट, कार्बोनेट को ढक लेता है ।
  - (स) अम्ल में लैंड कार्बोनेट कुछ विलेय है ।
  - (द) तनु विलयन में अम्ल कम आयनित होता है ।
  - (इ) यह क्रिया उत्क्रमणीय है और तुरन्त सन्तुलित हो जाती है ।
5. अविरत गति से वाटर गैस नहीं प्राप्त कर सकते क्योंकि
- (अ) थोड़ी-थोड़ी देर में अधिक कोक डालना आवश्यक है ।
  - (ब) मिट्टी को यदा-कदा ठण्डा करना आवश्यक है ।
  - (स) इसे प्रोड्यूसर गैस के बिना प्राप्त नहीं कर सकते ।
  - (द) जब कोक अधिक ठण्डा हो जाता है तो क्रिया रुक जाती है ।
  - (इ) कार्बन मोनोक्साइड एक ऊष्माक्षेपी यौगिक है ।
6. वायुमण्डल में कार्बन डाइऑक्साइड पहुँचती है ।
- (1) श्वसन से ।
  - (2) प्रकाश-संश्लेषण से ।
  - (3) किण्वन से ।
  - (4) लाइम स्टोन से चूना बनाने से ।
  - (5) पेट्रोल व तैलों के दहन से ।
  - (6) तैलों के भंजन से ।
- इनमें कौनसी विकल्पनाएं सत्य हैं ?
- (अ) 6 के अतिरिक्त सारी ।
  - (ब) 3 व 6 के अतिरिक्त सारी ।
  - (स) 2, 3 व 6 के अतिरिक्त सारी ।
  - (द) केवल 1, 3, 4 व 5 ।
  - (इ) इनमें से कोई भी संयोग नहीं ।

## फॉस्फोरस



### 15.1 अपने भाप जल उठने वाले इस निराले तत्त्व की खोज की रहस्यमयी कहानी

1674-75 के लगभग हेम्बर्ग (जर्मनी) के एक निवासी हैनिग ब्राण्ड ने मूत्र के वाष्पीकरण द्वारा बहुत थोड़ी मात्रा में फॉस्फोरस प्राप्त किया। इसे प्राप्त करने के रहस्य को लगभग 600 रुपये में उन्होंने प्राइट नामक सज्जन को बेच दिया। हैनिग ब्राण्ड ने इस पदार्थ को दो वर्ष पश्चात् राबर्ट बॉयल को दिखलाया। उन्हें केवल इतना ही बतलाया कि यह पदार्थ मातृशरीर के ही निम्नी भाग में प्राप्त किया गया है। बॉयल ने चार वर्ष के कठिन परिश्रम द्वारा न केवल इसे प्राप्त करने की विधि स्वयं खोज निकाली अपितु उसे छिपाकर रखने के स्थान पर उन्होंने सच्चे वैज्ञानिक की भाँति प्रकाशित भी कर दिया।

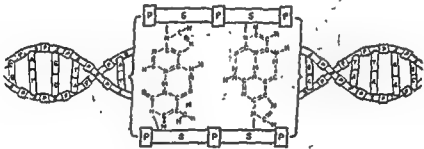
ग्रीक भाषा में "फॉस्फोरस" का अर्थ है "में प्रकाश लेकर चलना है" अतः वे उन सभी पदार्थों को फॉस्फोरस कहते थे जो अंधेरे में धमकते थे—जैसे अशुद्ध बेरियम व कैल्शियम सल्फाइड

आदि। पार्वन के लगभग 100 वर्ष पश्चात् क्वोरीन को खोज करने वाले स्वीडन निवासी शीले ने हड्डियों की राख में ये फॉस्फोरस प्राप्त किया। नेबोमिये ने सर्वप्रथम 1777 में प्रयोगों के आधार पर इसे तत्व माना।

## 15.2 प्रोक् भाषा में अपने साथ प्रकाश लेकर चलने को घोषणा करने वाला यह तत्व प्रकृति में कैसे छुपा रहता है ?

इस तत्व को वायु में रखने पर यह जल पड़ता है। इससे स्पष्ट है कि फॉस्फोरस अत्यन्त त्रिधागील है। इसलिए यह प्रकृति में समुक्त अवस्था में मिलता है। इसका मुख्य यौगिक फॉस्फेट है। इस रूप में कार्बन, नाइट्रोजन और मधक के यौगिकों के समान यह भी सर्वव्यापी है। वनस्पतियों व जीवों के आहार में फॉस्फेट अत्यन्त आवश्यक है—क्योंकि हमारे शरीर का ढांचा मुख्यतः हड्डियों और मांसपेशियों से बना है। हड्डियों कैल्शियम फॉस्फेट से निर्मित होती हैं। मांसपेशियाँ और शरीर के दूसरे अंग मूलतः कोशिका पिण्डों में बने होते हैं।

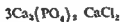
रासायनिक दृष्टि से कोशिका पिण्डों के आधारभूत तीन पदार्थ हैं जिन्हें प्रोटीन, कार्बो-हाइड्रेट और न्यूक्लीक अम्ल कहते हैं। प्रोटीन और न्यूक्लीक अम्ल कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन,



चित्र 15.1—डी.एन.ए. की अणु रचना

नाइट्रोजन के अलावा फॉस्फोरस के परमाणु सरचित बहुलकीय अणु (Polymer Molecules) होते हैं। शारीरिक अभिक्रियाओं में उपापचय में शारीरिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है। जीव रसायनज्ञों ने यह खोज निकाला है कि फॉस्फोरस के यौगिक डी.एन.ए. (D.N.A.) (चित्र 15.1) द्वारा ही यह ऊर्जा शरीर में उपलब्ध कराई जाती है। इसे शरीर का ऊर्जा कोष भी कहते हैं। वैज्ञानिकों ने मगल ग्रह पर जीवों की उपस्थिति ज्ञात करने लिए इस पदार्थ की उपस्थिति को आधार माना है। शारीरिक विकास में भी फॉस्फोरस के यौगिकों का महत्वपूर्ण स्थान है। मांसपेशी, आदि अवयवों का विकास कोशिका पिण्डों द्वारा नये कोशिका पिण्डों के बनाये जाने के कारण होता है। कोशिका पिण्डों में गुणात्मक उत्पत्ति के विशिष्ट गुण होते हैं। इस क्रिया में प्रोटीन का संश्लेषण या रूपान्तर होता है। यह अभिक्रिया फॉस्फोरस के यौगिक द्वारा की जाती है। यौगिक ही वशानुक्रमण को भी प्रभावित करते हैं। इस क्षेत्र में भारतीय वैज्ञानिक हरगोविन्द खुराना को 1969 में नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया था।

खनिज रूप में फॉस्फोरस, फॉस्फेट यौगिकों के रूप में पाया जाता है।



क्लोरो एपाटाइट

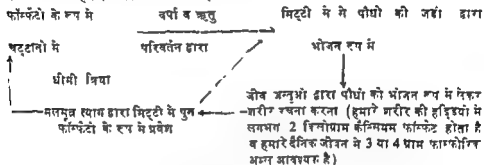


फ्लोरो एपाटाइट

अमरीका व अफ्रीका में इनके खनिज मुख्य रूप से मिलते हैं। हाल ही में भारत में राजस्थान में राँक फास्फेट  $[\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2]$  का पता चला है।

### 15.3 फॉस्फोरस के यौगिकों में परिवर्तनों का प्राकृतिक चक्र

यह तत्त्व प्रकृति में जहाँ व्यापक रूप में व्याप्त है, वहाँ सफाई रूप में न रहकर नाना प्रकार के यौगिकों में बदलते हुए पुनः मूल यौगिक के रूप में आ जाता है। नाइट्रोजन की भाँति फॉस्फोरस के चक्र को भी हम इस प्रकार दर्शा सकते हैं—



### 15.4 फॉस्फोरस को प्राप्त करने की आधुनिक विधि

फॉस्फोरस प्राप्त करने के लिए हड्डियों की राख अथवा रॉक फॉस्फेट, रेत और कोयले के मिश्रण को एक पेषदास चालक की सहायता से बिजली भट्टी में टाँसने जाते हैं जहाँ बिजली 152 में दिखाया गया है। भट्टी का तापक्रम लगभग  $1500^\circ$  में होता है। इस तापक्रम पर फॉस्फेट और रेत की अभिक्रिया द्वारा फॉस्फोरस पेंटाक्साइड बनता है।



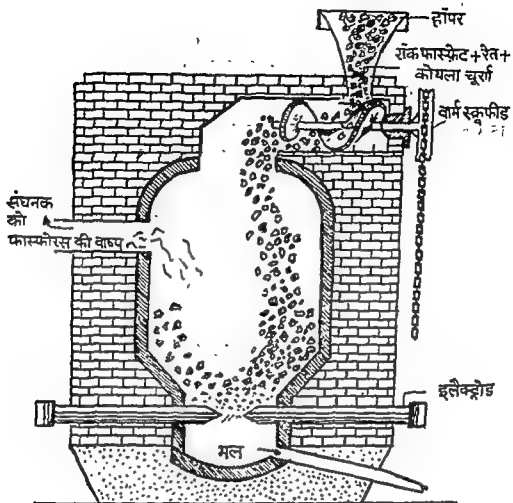
फॉस्फोरस पेंटाक्साइड से कोयले की बाबून में अपचयित होने पर फॉस्फोरस की वाष्प बनती है जिसे पानी में प्रवाहित करके ठण्डा कर लिया जाता है।



शुद्ध फॉस्फोरस वायु की अनुपस्थिति में आसवन करके प्राप्त किया जाता है। इस प्रकार प्राप्त फॉस्फोरस स्वतंत्र होता है।

### 15.5 स्वतंत्र फॉस्फोरस के गुण

1. यह मोम जैसा नरम व स्वतंत्र पदार्थ है।
2. इसमें से लहसुन जैसी गंध आती है।
3. इसे चाकू से सरसलापूरेक काटा जा सकता है।
4. प्रकाश में रखने से यह पीला पड़ जाता है इस कारण इसे पीला पॉल्फोरस भी कहते हैं। इसका



चित्र 15.2—विद्युत स्फुलिंग भट्टी में कॉस्फोरस का उत्पादन

धीप्ताक  $32^{\circ}$  सें. है। अतएव, ग्रीष्मकाल में यह कमरे के साधारण ताप पर ही जल उठता है।

अंधिरे में रखने पर भी हल्के हरे रंग की दीप्ति दीयती है। इसे कॉस्फोरेसेन कहते हैं।

कॉस्फोरस की विलक्षण विषैलता (नेचल पानी में अविलेय)

प्रयोग—पाच परखनलियाँ में प्रथमः लगभग 10 मिन. कार्बन डाइसल्फाइड, पेंग्रीन, पानी, ईयर व क्लोरोफॉर्म को और प्रत्येक में लगभग  $1\frac{1}{2}$  ग्राम पीला कॉस्फोरस डालकर टिप्ताओ। तुम देखोगे कि जल को छोड़कर यह सभी द्रवों में घुल गया है। है न विचित्र व्यवहार ? किन्तु इसका लाभ कितना है ? विचार करो कि यदि यह पानी में अविलेय न होता तो इसे रखने के लिए न जाने कौनसा माध्यम ढुंढ़ना पड़ता ?

कॉस्फोरस की दहनशीलता केवल वायु में ही नहीं

प्रयोग—एक गार में ऑक्सीजन व दूसरे में क्लोरीन भरकर उनमें कॉस्फोरस के टुकड़े डालो।

व उन्हें गरम तार से छुआ दो। तुम देखोगे कि यह दोनों गैसों में जलता रहता है। इसमें निम्न क्रियाएँ होती हैं :

ऑक्सीजन में  $P_4 + 5O_2 \rightarrow 2P_2O_5$  (फॉस्फोरस पेंटाऑक्साइड)

$P_4 + 6 Cl_2 \rightarrow 4PCl_3$  (फॉस्फोरस ट्राइक्लोराइड)

क्लोरीन में  $P_4 + 10Cl_2 \rightarrow 4PCl_5$  (फॉस्फोरस पेंटाक्लोराइड)

फॉस्फोरस के ऑक्साइड जैसे  $P_2O_3$  व  $P_2O_5$  अम्लीय ऑक्साइड होते हैं।

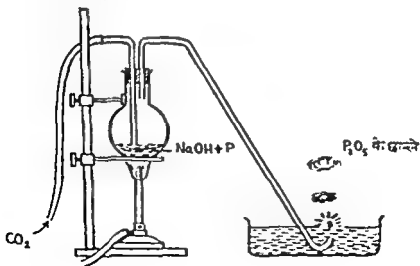
फॉस्फोरस सोडियम, पोटेशियम, मैग्नीशियम, आदि धातुओं से क्रिया करके फॉस्फाइड तैयार करता है।

प्रयोग—एक  $1/2$  ग्राम के लगभग सोडियम के टुकड़े व एक उतने ही बड़े फॉस्फोरस के टुकड़े को एक सावक दाहक बर्तन में रखकर सावधानी से गरम करो। तुम देखोगे कि नीचे ज्वाला के साथ क्रिया होती है।



फॉस्फोरस का क्षीयता इतना कम है कि गरीर के ताप में ही जल उड़ता है। अतएव, इसे छूने में सावधानी रखने है। सीधे उर्गलियों से न छूकर बिमटी से इसके टुकड़ों को उठाना चाहिए। इसकी वाष्प भी विषैली होती है तथा अधिक समय इसके संपर्क में रहने में नाक तथा जबड़ों की हड्डियों में रोग उत्पन्न हो जाता है। केवल एक ग्राम का दसवां भाग खा लेने में ही यवनापूर्ण भूतु हो सकती है। इन सावधानियों को ध्यान में रखकर तुम फॉस्फोरस के इन गुणों के आधार पर 'जाड़ू' के खेल दिखता करते हो।

- (1) स्वयं जल उठने वाला कागज . कार्बन डाइऑक्साइड व फॉस्फोरस के घोल में छाने कागज को डुबोकर छूप में रखो। कार्बन डाइऑक्साइड व वाष्पीकृत होने ही कागज जल उठता है।



चित्र 153—कार्बन डाइऑक्साइड का जल में छाना



- (2) ठण्डी ली : एक प्लास्क में दो छिट्रों वाला कॉर्क लगाकर एक ओर से कार्बन डाइऑक्साइड गैस प्रवाहित करो। दूसरी ओर उत्पन्न ली में तुम उगली रखकर दिखा सकते हो। (यह प्रयोग अंधेरे में करना होगा)।
- (3) बिना सिगरेट पीये सफेद धुएँ के छल्ले : सिगरेट पीना स्वास्थ्य के लिए बुरा है। तुम फॉस्फोरस की सहायता से बिना इस दुर्गुण को ग्रहण किये धुएँ के सफेद छल्ले बनाकर दिखा सकते हो।

चित्र 15.3 में दर्शाये अनुसार एक प्लास्क में लगभग 40% सांद्रता के सोडियम हाइड्रॉक्साइड का विलयन और पीले फॉस्फोरस के छोटे-छोटे टुकड़े लेकर दो छिट्रो वाला कॉर्क लगाओ। एक ओर से कार्बन डाइऑक्साइड या हाइड्रोजन गैस प्रवाहित करो व दूसरी ओर निकास नली लगाकर एक मिरा जल में डुबा दो। प्लास्क में से वायु को पूर्णतया निकास चुकने के पश्चात् प्लास्क को गरम करो। निकलने वाली गैस फॉस्फोरस पहलाती है व सड़ी हुई मछली जैसी दुर्गन्ध युक्त होती है जो वायु के सम्पर्क में आकर  $P_2O_5$  के सफेद छल्ले बनाती है।



फॉस्फीन सोडियम डाइहाइड्रोजन हाइपोफॉस्फाइट



#### टाइम बम\*

दो मिनट पश्चात् फूटने वाला बम तुम इस प्रकार बना सकते हो

फॉस्फोरस के कार्बन डाइसल्फाइड में विलयन को लेकर उसमें 1/2 ग्राम के बराबर पोटेशियम क्लोरेट की गोतिया बना लो। इन्हें एसबेस्टॉस के पुट्टे पर रखो। इन पर ड्रॉपर में एक-एक बूंद फॉस्फोरस का कार्बन डाइसल्फाइड में बना हुआ घोल डालो। गोतिया लगभग 2 मिनट बाद फटती है। यदि नहीं फटती तो सावधानीपूर्वक फर्श पर फँको।

अधिक समय बाद फटने वाले टाइम बम बनाने के लिए पोटेशियम क्लोरेट में कोयले का चूरा मिला कर अन्वेषण करो।

### 156 फॉस्फोरस के अपररूप

तुम्हें कार्बन के काले-फाले अनेकों अपररूप स्मरण होंगे। एक केवल हीरा ही इसका सुन्दर रूप है किन्तु वह इतना मूल्यवान है कि हमें उसे देखने के अवसर कम हैं। इस दृष्टि से फॉस्फोरस के अपररूप हैं जो अत्यन्त सुन्दर हैं। उनके नाम रंगों के आधार पर ही रख दिये गये हैं। श्वेत या पीले फॉस्फोरस के अतिरिक्त लाल, सिल्वरी, बैंगनी व काला फॉस्फोरस भी होता है।

#### लाल फॉस्फोरस

श्वेत फॉस्फोरस की अपेक्षा यह कम प्रियाशील व अधिक स्थाई है। कई दिन तक  $270^\circ$  से. तक बन्द बोर्डे के पात्रों में वायु की अनुपस्थिति में श्वेत फॉस्फोरस को गरम करने पर बनता है।  $400^\circ$  से. तक गरम करके पीले फॉस्फोरस को वाष्पीकृत कर दिया जाता है।

लाल फॉस्फोरस कठोर क्रोस के रूप में बच रहता है। इसे कॉस्टिक सोडा के घोल के साथ

\* यह प्रयोग अपने शिक्षक महोदय के निर्देशन में ही करो।

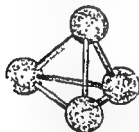
उबाल कर श्वेत फॉस्फोरस को शीघ्र अशुद्धियों में मुक्त कर लिया जाता है। तत्पश्चात् गरम पानी में छोड़कर इसे शून्य में सुखा लिया जाता है। इसके तथा श्वेत फॉस्फोरस के गुणों के अन्तर को सारणी नम्बर 15.1 में अंकित किया गया है।

### सारणी 15.1

श्वेत व लाल फॉस्फोरस के गुणों में अन्तर

गुण	लाल फॉस्फोरस	श्वेत फॉस्फोरस
रंग	लाल वर्त्यई	पीलाधन तिरों हुए
गन्ध	गन्धहीन	सहस्रगुण जैसी
वायु की क्रिया	कोई क्रिया नहीं, फॉस्फोरमेनस नहीं	ऑक्सीकरण व फॉस्फोरमेनस
द्रवणांक	$589^{\circ}$ में (43 वायु दाब)	$44.1^{\circ}$ में
शरीर पर क्रिया	विपरीता नहीं	गिरना
आपेक्षिक घनत्व	2.2	1.82
घुलनशीलता ( $CS_2$ )	अविशेष	विशेष
दीप्तांक	$260^{\circ}$ में.	$30^{\circ}$ में.
विद्युत चालकता	हल्का चालक	अत्यन्त हल्का चालक
गरम कॉस्टिक सोडा का प्रभाव	कोई क्रिया नहीं	फॉस्फीन गैस बनती है
बमोरीन गैस में क्रिया	गर्म करने पर क्रिया	अपने आप क्रिया होती है

चित्री भी रूप के फॉस्फोरस का निश्चित भार लेकर वायु में जमाने पर बराबर मात्रा में फॉस्फोरस पेटाईकसाइड प्राप्त होता है। हमारे ही यह परिणाम दिखाता गया है कि ये सब



(अ) — श्वेत फॉस्फोरस



(ब) — लाल फॉस्फोरस

चित्र 15.4—फॉस्फोरस के रूप में वर्तमान प्रयोग

फॉस्फोरस में ही अपर रूप है। श्वेत व लाल फॉस्फोरस के गुणों में अन्तर का कारण हमारे अनुमान में परमाणु संयोजन का अन्तर है जो चित्र 15.4 (अ) व (ब) में दर्शाया गया है।

### 15.7 फॉस्फोरस के उपयोग

(1) फॉस्फोरस का मुख्य उपयोग रिटार्डन्ट्स बनाने में होता है।

- (2) आतिशबाजी, युद्ध के लिए हथगोले, धुएँ का पर्दा व बम बनाने में प्रयोग होता है।  
 (3) फॉस्फोरस ब्राज नामक मिश्र धातु बनाने के काम आता है।

### 15.8 फॉस्फोरस चमकता क्यों है ?

अनेको अनुसंधानों के पश्चात् भी वैज्ञानिक यह निश्चित रूप से नहीं जान पाये कि यह क्यों चमकता है, यद्यपि इसके लिए उन्होंने विभिन्न परिस्थितियों में इसके चमकने का अध्ययन किया है। उनके परिणामों के आधार पर तर्कपूर्ण परिकल्पना बनाकर तुम भी नये परीक्षणों को परियोजना बनाओ। अपने निरीक्षणों व परिणामों के आधार पर क्यों न तुम्हीं इसका कारण खोज निकालो। सम्भव है तुम्हारे दिये हुए स्पष्टीकरण जाँच में खरे उतरने पर सिद्धान्त रूप में मान्यता प्राप्त कर लें। तुम्हारी सहायता के लिए इस सम्बन्ध में कुछ जानकारी यहाँ दी जाती है। इसे पहले निम्न समूहों में वर्गीकरण करो—

- (1) फॉस्फोरस कब चमकता है।
- (2) फॉस्फोरस कब नहीं चमकता है।

कार्बन डाइऑक्साइड, नाइट्रोजन व अन्य निष्क्रिय गैसों में यह नहीं चमकता। तापक्रम  $10^{\circ}$  से. से नीचा होने पर भी चमक समाप्त हो जाती है। शुद्ध ऑक्सीजन में  $10^{\circ}$  से. से अधिक ताप होने पर ही चमकता है। किन्तु निष्क्रिय गैस मिलाने पर  $15^{\circ}$  से. से कम ताप पर भी चमकने लगता है। दाब बढ़ाने पर यह दीप्ति सुप्त हो जाती है। ऑक्सीजन के 300 मिमी. आंशिक दाब पर दीप्ति अधिकतम होती है। यह आंशिक दाब एक मिमी. से कम व 600 मिमी. से अधिक होने पर पूर्णतः समाप्त हो जाती है। पहली सीमा दाब के आकार पर भी निर्भर करती है।

फॉस्फोरस दियासलाई में किस प्रकार प्रयुक्त किया जाता है

दियासलाई की तीली में निम्न चार प्रकार के पदार्थों उपयोग में आते हैं :

- (1) जलने वाला पदार्थ—

चीड़ की लकड़ी

- (2) जलाने वाले पदार्थ—

गंधक (S), लाल फॉस्फोरस (P)

एण्टोमनी मल्फाइट ( $Sb_2S_3$ )

- (3) जलने में सहायक पदार्थ—

पोटेशियम क्लोरेट ( $KClO_3$ )

पोटेशियम नाइट्रेट ( $KNO_3$ )

पोटेशियम डाइक्रोमेट ( $K_2Cr_2O_7$ )

- (4) उपरोक्त पदार्थों को जलाने व भोगने से बचाने वाले पदार्थ—

गोंद, जरेन, बानिज, मोम

दिव्यियों के बाहर लगे भगने में लाल फॉस्फोरस व गंधक का धुँग वा गरम में तिरता मसाला लगा होता है।

- (1) नीली को बाहर की गुरदरी ममाले की पट्टी पर रगड़ने पर कॉम्फोरम घर्षण के कारण क्षणिक रूप में प्रज्वलित होता है। इसे तुम अंधेरे में हरी-सी चमक के रूप में देख सकते हो।
- (2) हमने पोटैशियम डाइक्लोमेट में से ऑक्सीजन प्राप्त कर एण्टीमनी सल्फाइड ऑक्सीकृत हो जाता है तथा तीव्र ऊष्मा देता है।
- (3) ताप की अधिकता के कारण ममाला लगी तीली आम पकड़ लेती है।

### पुनरायलोकन

कॉम्फोरम एक बहुत ही क्रियाशील तत्त्व है। अतः प्रकृति में स्वतन्त्र अवस्था में नहीं पाया जाता। हमारे शरीर में कार्बनिक यौगिक के साथ फॉस्फेट के रूप में यह तत्त्व सर्वव्यापक है। जीव रसायनशास्त्र के अनुसार कार्बनिक फॉस्फेट का हमारे शरीर में काफी महत्त्व है। मनुष्य की विभिन्न क्रियाओं को करने के लिए चाहिए यही शक्ति, शरीर में कार्बनिक फॉस्फेटों के टूटने से प्राप्त होती है। दूध में पायी जाने वाली सर्वथेष्ठ फॉस्फेट, प्रोटीन भी इसी तत्त्व का जटिल यौगिक है। इसी तत्त्व के विशेष प्रकार के यौगिक मनुष्य के वशानुक्रमण को भी प्रभावित करते हैं।

इस तत्त्व का मुख्य स्रोत जीवधारियों की हड्डीया तथा रॉक फॉस्फेट है। इन दोनों स्रोतों से ही इसको अधिक मात्रा में प्राप्त किया जाता है। कार्बन की तरह इस तत्त्व के भी मुख्यतः तीन अपरूप श्वेत, लाल तथा काला होते हैं। श्वेत अपरूप ही सबसे अधिक क्रियाशील रहता है। इसको जल में रखा जाता है। राजस्थान में उदयपुर में लगभग 16 किलोमीटर दूरी पर डेवारी नामक स्थान पर रॉक फॉस्फेट को कैल्शियम सुपर फॉस्फेट खाद में बदलने वाला एक बहुत बड़ा कारखाना स्थित है।

घातुओं के साथ गर्म करने पर घातु के फॉस्फाइड यौगिक बनाता है तथा श्वेत कॉम्फोरम सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ चमकदार सफेद धुएँ वाली फॉस्फीन गैस बनाता है। ऑक्साइड तथा क्लोराइड भी इस तत्त्व के मुख्य यौगिक हैं। इसका विशेष उपयोग दियासलाई बनाने में किया जाता है। इस तत्त्व के परमाणु के बाह्य कक्ष में पाच इलेक्ट्रॉन रहते हैं।

### अध्ययन प्रश्न

- 1 फॉस्फोरस के निम्न यौगिकों का निर्माण रासायनिक समीकरण द्वारा दिखाओ :
  - (अ) फॉस्फोरस पेंटाऑक्साइड
  - (ब) फॉस्फोरस ट्राइऑक्साइड
  - (स) सोडियम फॉस्फाइड
  - (द) कैल्शियम सुपर फॉस्फेट
- 2 (फ) फॉस्फोरस भोजन के बिना खाद्य पदार्थों में बहुतायत में पाया जाता है ?  
(ब) फॉस्फोरस प्रकृति में निम्न रूप में तथा कहाँ पाया जाता है ?

3. निम्नलिखित के कारण बताओ :

(अ) इतने फॉस्फोरस क्यों प्रयोग करते हैं ?

(ब) फॉस्फोरस की फॉस्फोरस अम्ल के रूप में उपयोग क्यों करते हैं ?

4. निम्नलिखित में से सही फॉस्फोरस की उपयोग के कारण बताओ :

फॉस्फोरस के एक अणु के कारण क्या होता है ? फॉस्फोरस अम्ल के उपयोग के कारण बताओ ?

5. फॉस्फोरस की फॉस्फोरस अम्ल के कारण फॉस्फोरस अम्ल के उपयोग के कारण बताओ ?

6. फॉस्फोरस अम्ल के उपयोग के कारण बताओ ?

गोपनीय विचारों पर विचार करें :

1. फॉस्फोरस के कारण फॉस्फोरस अम्ल के उपयोग के कारण बताओ ?

2. फॉस्फोरस अम्ल के उपयोग के कारण बताओ ?

3. फॉस्फोरस अम्ल के उपयोग के कारण बताओ ?

4. फॉस्फोरस अम्ल के उपयोग के कारण बताओ ?

गोपनीय विचारों पर विचार करें :

1. इतने फॉस्फोरस क्यों प्रयोग करते हैं ?

(अ) क्यों ?

(ब) क्यों ?

(ग) क्यों ?

(द) क्यों ?

(e) क्यों ?

2. इतने फॉस्फोरस क्यों प्रयोग करते हैं ?

(अ) फॉस्फोरस क्यों ?

(ब) फॉस्फोरस और जल के कारण ?

(ग) फॉस्फोरस और जल के कारण ?

(द) फॉस्फोरस और जल के कारण ?

(e) इन कारणों में से किसी भी कारण से नहीं ?

3. निम्न गुणों में से कौनसा गुण इतने फॉस्फोरस का नहीं है ?

(अ) सहज जैसी गंध ?

(ब) फॉस्फोरस ?

(ग) फॉस्फोरस और जल के कारण ?

(द) विषयः ।

(इ) कार्बन डाइसल्फाइड में अविलेय ।

( )

4. किसी तत्त्व से एक ऑक्साइड बनाया जो ठोस था । यह ऑक्साइड जल में विलेय होकर अम्लीय क्रिया देता है । वह तत्त्व हो सकता है—

(अ) सोडियम ।

(ब) सल्फर ।

(ग) कार्बन ।

(द) फॉस्फोरस ।

(इ) मैग्नीशियम ।

( )

5. दिए गए लवणों में निम्न पदार्थ प्रयोग में लाने हैं

(1) चीक की सफाई की सीलो ।

(2) गाल फॉस्फोरस ।

(3) श्वेत फॉस्फोरस ।

(4) पोटैशियम साइट्रेट ।

(5) सरेम ।

(6) पोटैशियम सल्फेट ।

इनमें से कौनसी विवक्षित पदार्थ है ।

(अ) गारे छह पदार्थ ।

(ब) 1, 3, 5, व 6 ।

(ग) 1, 2, 4 व 5 ।

(द) 2, 4, 5 व 6 ।

(इ) कोई भीर युग्म ।

( )

[उत्तर—1—(ब) 2—(ग) 3—(द) 4—(ब) 5—(ग)]

## गंधक



## 16.1 गंधक एक महत्वपूर्ण तत्व है

भारतवासी प्राचीन काल से ही गंधक से परिचित रहे हैं। आयुर्वेदिक औषधियों में इसका उपयोग होता रहा है। चरक, नागार्जुन, सुश्रुत ने इसके उपयोग का वर्णन किया है। सन् 1777 में सेवोशिने ने इसकी तत्त्व सिद्ध किया था। आजकल गंधक तथा उसके यौगिकों का महत्व बहुत अधिक बढ़ गया है। कीटनाशक औषधियों, विशेष प्रकार के साबुन, कागज, रबर टायर, तेल, एवं 'सल्फा औषधियों' (Sulpha Drugs) में गंधक का उपयोग होता है। इससे प्राप्त सबसे अधिक उपयोगी पदार्थ सल्फ्यूरिक अम्ल है जिसकी सहायता से अनेक उपयोगी रसायन बनाये जाते हैं। सल्फ्यूरिक अम्ल कितना महत्वपूर्ण है इसका अनुमान इस प्रकार लगा सकते हैं कि यह कहा जाता है कि किसी देश के औद्योगिक स्थिति का पता लगाना हो तो यह हिसाब लगा लो कि प्रति व्यक्ति कितना सल्फ्यूरिक अम्ल देश में खर्च हो रहा है।

16.2 धूम्र के एक समान ताप होने पर अणुओं में दाबें समान हैं।

[illegible]

### 16.3 ਸੰਦਰਭਾਂ ਦੀ ਸੂਚੀ

हो। जो मनुष्य स्वयं स्वर्ग स्वर्गस्वर्ग स्वर्गस्वर्ग के पिता है किन्तु मनुष्य मनुष्य (हमारी) नहीं मनुष्य (हमारी) जो स्वयं स्वर्ग स्वर्ग स्वर्ग के पिता है।

पुनर्जीवि विधि—जिनिंगे में गड़क मिट्टी पत्थर कुनः आदि पदार्थों के साथ मिलाई हुई पायी जाती है । इस पदार्थ में लगभग ३५% तक गड़क मिली जाती है । गड़क मिले से होर छोड़ कर निम्नलिखित विधि में ले, अथवा गड़क को इतनी बट्टियों के फर्में पर उतारा जाता है और हवा प्रवाहित की जाती है । इस तरह इतने में निम्नलिखित गड़क पुष्कल बन भी जाती है । गड़क बनने के लिए इसे उतार कर इतनी मात्रा को उतारा कर लिया जाता है । इस विधि में बहुत-सी मशकत उत्पन्न हो जाती है । यह विधि प्राचीन भी है ।

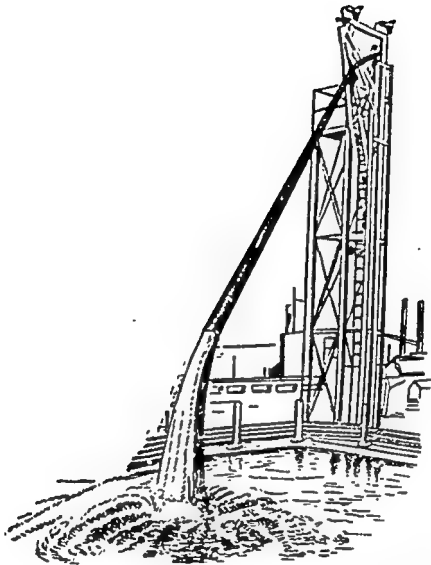
मई विधि—इमेरिका के एक झींझ विज्ञाना द्वारा घरनी की गहराई से गहरा निवासने की मई विधि की खोज में एक ही 'बुल' में इन्सी बिनुन मात्रा में गहरा निवासना सम्भव कर दिया कि मिमिरी के गहरा उद्योग पर सबट आ गया ।

यह बिंदु भी विचित्र है कि यह हमारी बहुत रोचक कहानी है। 1859 में अमेरिका के लुगियाना प्रान्त में जमीन में बनी 150 मीटर लंबी गड्ढा के भग्नावशेष पाये गये। इतनी गहराई तक उन दिनों शोषक बनाकर पहुँचना बहुत कठिन था।

1891 में हमें प्राण महोदय जमनी में आकर बने। यहाँ से अमेरिका के मागतिक से। वैसे तो उन्होंने दवाइयों की दुकान लगा रखी थी पर इनकी रसायन विज्ञान में अधिक रुचि थी। जब उन्होंने जमीन में सींग गणक के अपार भण्डार की बात सुनी तो इस भण्डार को प्राप्त करने के लिए उनका मन उछल उठा। उन्होंने ऐसी भूमि में गुराछूँकर तीन सैकड़री पाइप उतारने की बात सोची। ये पाइप क्रमशः 1", 3" और 6" व्यास के थे (चित्र 16.1, 16.2)।

उन्होंने सबसे अन्दर के पाइप में ऊँचे दाब पर गरम हवा बचाया पाइप में अतिरिक्त पानी भरने का विचार किया। उन्होंने सोचा कि अतिरिक्त पानी से गंधक पिघल जायेगी तथा और ऊँचे दाब की गरम हवा के कारण पिघली हुई गंधक सागदार व हल्की हो जायेगी। यह पिघली हुई सागदार गंधक रॉच के पाइप से दबाव के कारण ऊपर फेंक दी जायेगी (चित्र 16.1 अ)। सोधो ने पहले उसकी कल्पना का परिहास किया किन्तु जब यह सफल हो गयी तब सबने उसकी साहसिक कल्पना व दशता की प्रशंसा की। यह विधि मुख्यतः अमेरिका के सुसियाना और टेक्सास प्रान्तों में गंधक निष्कर्षण में उपयोग में लायी गयी। इसे फ्रांस अथवा सुसियाना विधि कहते हैं।

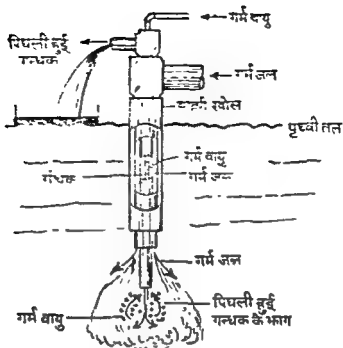




चित्र 16.1—क्राश विधि से पृथ्वी से बाहर पाइप से गिरती हुई द्रवित गंधक

#### 16.4 गंधक के भौतिक गुण

साधारण रूप में पायी जाने वाली गंधक एक हल्के पीले रंग का भंगुर पदार्थ होता है। यह पानी में अपघुलनशील होती है। परन्तु कार्बन डाइसल्फाइड तथा कार्बन टेट्रासल्फाइड में घुल जाती है। इसमें हल्की सी एक विशेष प्रकार की गंध होती है। यह विद्युत की कुचालक है। गंधक ताप की भी कुचालक है।



चित्र 16.2—कास विधि द्वारा गंधक प्राप्त करना

### 16.5 कार्बन की भाँति गंधक के जो अनेकों अपरूप



चित्र 16.3—अष्टफलकीय या विषमलम्बासी गंधक

ठोस गंधक पाँच अपरूपों में पाया जाता है। इनमें दो अपरूप रबेदार अथवा क्रिस्टलीय होते हैं तथा तीन अपरूप अक्रिस्टलीय रूप में पाये जाते हैं।

#### (1) अष्टफलकीय या विषमलम्बासी गंधक

साधारण गंधक को कार्बन डाइसल्फाइड में घोल कर उसका धीरे-धीरे वाष्पन किया जाता है तो गंधक एक विशेष प्रकार के क्रिस्टल के रूप में प्राप्त होता है जिसके क्रिस्टल का चित्र चित्र 16.3 में दिया है।

प्रयोग—एक 150 मिली. बीकर में करीब 20-30 मिली. कार्बन डाइसल्फाइड लेकर समे गंधक घोल लो। इस घोल को छान कर निमांद (फिल्टरित) को एक दूसरे बीकर में हवा में खुला छोड़ दो।

कुछ घण्टों बाद बीकर के पैंदे में क्रिस्टल बत्र जावेंगे जिन्हें आवर्धक लेंस से देखो। गंधक का यह अपरूप सबसे अधिक स्थायी होता है। गंधक साधारणतः इस अवस्था में ही पाया जाता है। अन्य सभी गंधक के रूप पड़े रखने पर धीरे-धीरे इसी रूप में बदल जाते हैं।

## (2) एकनताक्ष या त्रिजमी गंधक



चित्र 164—एक-  
नताक्ष या त्रिजमी  
गंधक

## (3) प्लैस्टिक गंधक

एक परखनली को करीब एक तिहाई गंधक के पाउडर से भरो। अब इसको गरम करो। तुम देखोगे कि कुछ समय बाद गंधक पिघल जाता है। गंधक को गरम करते रहो। धीरे-धीरे



चित्र 165—प्लैस्टिक गंधक

## (4) द्रुधिषा गंधक

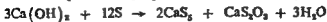
एक बीकर में कुछ बुझा हुआ चूना लो और इसमें करीब एक तिहाई गंधक मिलाओ। इतना पानी डालो कि मिश्रण के ऊपर तक पानी आ जाय। अब इस बीकर को तिराई पर रख कर गरम करो और मिश्रण को 15-20 मिनट तक अच्छी तरह उबालो। फिर बीकर को ठंडा करके द्रव को छान लो। तुम देखोगे कि निम्बंद (विन्टरल) गहरे नारंगी रंग का है। यह द्रव पानी, पौधों तथा सगुर की बेनी, आदि पर बीटनाशी तथा फगमनाशी की सफ्ट बीटो व फंगस मारने के लिए छिड़का जाता है। चूने की गंधक के साथ उबालने से कैल्शियम पैन्थेम फास्फेट बन जाता

जब गंधक को उसके द्रवणांक ( $114^{\circ}$  सेंटीग्रेड) पर पिघलाकर ठण्डा होने के लिए छोड़ दिया जाता है तब गंधक सूई के प्रकार के क्रिस्टल में बदल जाता है। गंधक का यह रूप भी कार्बन डाइसल्फाइड में घुलनशील होता है।  $96^{\circ}$  सें. के ऊपर यह स्थायी रहता है। पर इसके नीचे अप्टमुजी रूप में बदलने लगता है। इस ताप को संक्रमण ताप कहते हैं।  $119^{\circ}$  से. पर यह रूप स्वयं पिघल जाता है। अतः यह रूप केवल  $96^{\circ}$  से. व  $119^{\circ}$  सेंटीग्रेड के बीच में ही स्थायी होता है। इसके क्रिस्टल का आकार चित्र 16.4 में देखो।

प्रयोग—एक प्याली में करीब  $1/2$  भाग तक गंधक का पाउडर लो। उसको धीरे-धीरे गरम कर पिघलाओ। अब प्याली को ठण्डा होने दो। जब पिघले हुए गंधक पर पपड़ी जमने लगे तब उसको सूई से दो-चार जगह तोड़ कर पिघला हुआ गंधक एक ओर से निकाल लो। अब प्याली को छ्यान से आवर्धक लेंस से देखो। किस तरह के क्रिस्टल दिखायी देते हैं ?

गंधक का रंग काला पड़ने लगेगा व वह गाढ़ा हो जायेगा। परखनली को और गरम करते रहो। काला व गाढ़ा हुआ गंधक पुनः पिघल जायेगा और फिर वह उबलने लगेगा। इस उबलते हुए गंधक को एक पानी से भरे बीकर में उड़ेलो (चित्र 16.5)। तुम क्या देखते हो ? पानी में ठण्डे हुए गंधक को बाहर निकाल कर हाथ से दबाओ, दोनों ओर खींचो। यह रबर के समान लचीला काला पदार्थ बन गया है। इसी को प्लैस्टिक गंधक कहते हैं। इसका आनेशिक घनत्व 1.95 होता है। इसको कुछ दिन पड़ा रहने दो तो यह धीरे-धीरे विषमलम्बाक्षी रूप में बदल जाता है। इसका थोड़ा सा भाग लेकर कार्बन डाइसल्फाइड में घोलने का प्रयत्न करो। तुम देखोगे कि यह घुलनशीलता में गंधक के पहले दो रूपों से भिन्न है।

है जिसके पानी में विलेय हो जाने से यह गहरे नारंगी रंग का द्रव प्राप्त होता है।



चूना                      गंधक                      कैल्शियम                      कैल्शियम

पेन्टासल्फाइड                      थायोसल्फेट

एक परखनली में 3-4 मिली. इस नारंगी द्रव को लो। अब इसमें कुछ बूँदें हाइड्रोक्लोरिक अम्ल की मिलाओ। तुम देखोगे कि दूधिया गंधक अवशेषित हो जाता है। गंधक का यह रूप भी प्लैस्टिक गंधक की तरह अक्रिस्टलीय है। इसका आपेक्षिक घनत्व 1.82 होता है। यह जल में अविलेय है पर कार्बनडाइसल्फाइड में विलेय है। गंधक का यह रूप दवाई के उपयोग में लिया जाता है।

### (5) कोलाइडी गंधक

सल्फर डाइऑक्साइड के सतृप्त जल के विलयन में हाइड्रोजन सल्फाइड गैस प्रवाहित करने में गंधक का यह रूप प्राप्त होता है। यह भी गंधक का अक्रिस्टलीय रूप है जो करीब-करीब रंगहीन है और कार्बन डाइसल्फाइड में विलेय है।



इसी प्रकार सोडियम थायोसल्फेट के विलयन में तनु हाइड्रोक्लोरिक अम्ल मिलाने पर भी कोलाइडी गंधक अवशेषित हो जाता है।



सोडियम थायोसल्फेट

प्रयोग—प्रत्येक रूप के गंधक की अल्प मात्रा परखनलियों में लेकर खूब गरम करो और अंत में जलने पर बनने वाले गैसीय पदार्थ को जांच करो। इस प्रकार तुम पाओगे कि सभी प्रकार के गंधक जैसे क्रिस्टलीय या अक्रिस्टलीय के रूप जलाने पर अंत में एक ही प्रकार का रासायनिक पदार्थ बनाते हैं। अतः सभी प्रकार के रूप मूलतः एक ही प्रकार की रासायनिक श्रिया प्रदर्शित करने हैं परन्तु अलग-अलग प्रकार के भौतिक गुण दर्शाते हैं। अतः रासायनिक दृष्टि से वे सब एक ही पदार्थ हैं।

एक तरह के विभिन्न रूप जिनके भौतिक गुण अलग-अलग हों परन्तु रासायनिक गुण एक ही हों, अपरस्पर बहलाने हैं तथा यह गुण अपरूपण कहलाता है।

## 166 गंधक पर ताप का प्रभाव

एक परखनली में थोड़ा-सा विषमनम्बारी गंधक लो, उसे गरम करो और होने वाले परिवर्तनों को ध्यान में देखो। यह 114° में पर पिघलकर हल्के पीले रंग का द्रव बनती है। अधिक गरम करने पर इसका रंग हल्का साफ बगिर गहरा साफ होने लगता है और 250° में पर चिराचिरी एब गायी हो जाती है। जब ताप 444° में पर पहुँचना है तो यह पुनः बहने लगती है और अन्त में उबलकर वाष्प में परिवर्तित होने लगती है जो टण्डी होने पर गंधक के गुण के रूप में परखनली के टण्डे भाग में एकत्र हो जाते हैं।

उपरोक्त परिवर्तनों को हम गंधक की आन्तरिक रचना के आधार पर स्पष्ट कर सकते हैं।

विषमनम्बारी गंधक में गंधक के आठ परमाणु रासायनिक बन्धन द्वारा अष्टक रज ( $\text{S}_8$ ) के

रूप में होते हैं (चित्र 16.6)। गंधक के गलनांक बिन्दु  $114^{\circ}$  से. तक गरम करने पर गंधक परमाणु आपस में एक दूसरे से बंधे रहते हुए भी एक रेखा में फैल जाते हैं और गंधक द्रव अवस्था में परिवर्तित हो जाती है।  $250^{\circ}$  से. ताप पहुँचने पर गंधक की स्थानता में परिवर्तन होने के कारण  $S_8$  का बलय



चित्र 16.6—गंधक की अणु रचना (साधारण ताप पर)



चित्र 16.7—गंधक की अणु रचना ( $250^{\circ}$  से. से अधिक ताप पर)

(ring) जुल जाता है और यह लम्बी शृंखला के रूप में आ जाते हैं (चित्र 16.7)।  $800^{\circ}$  से. ताप पर ऊष्मा का रासायनिक बन्धक ऊर्जा से अधिक हो जाने के कारण गंधक के परमाणु लम्बी शृंखला से टूटकर  $S_2$  के छोटे-छोटे समूह बनाते हैं। अर्थात् वाष्पीय अवस्था में गंधक  $S_2$  अणु के रूप में होती है (चित्र 16.8), भाप परखनली के ऊपरी भाग में गंधक के पुष्प के रूप में एकत्र हो जाती है। गंधक  $S_2$  अणु  $2000^{\circ}$  से. के लगभग ताप पर परमाण्वीय गंधक में परिवर्तित हो जाते हैं।



चित्र 16.8—उच्च ताप पर गंधक के अणु

### 16.7 गंधक के रासायनिक गुण

1. गंधक हवा या ऑक्सीजन में नीली ली में जमकर सल्फर डाइऑक्साइड बनाती है।



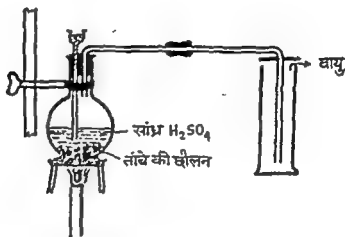
2. जबतनी हुई गंधक में हाइड्रोजन और क्लोरीन गैस प्रवाहित करने पर क्रमशः हाइड्रोजन सल्फाइड और सल्फर मोनोक्लोराइड बनते हैं।





### 16.9 प्रयोगशाला में सल्फर डाइऑक्साइड गैस कैसे बनायी जाती है ?

- (1) एक चौड़े मुँह के फ्लास्क में लगभग दो या तीन ग्राम सोडियम सल्फाइड लेते हैं। इस पर दो छेद वाला कॉर्क लगाकर एक छिद्र में विभिन्न कीप तथा दूसरे में निकाम नली लगा देते हैं। विभिन्न कीप में तनु सल्फ्यूरिक अम्ल डालते हैं। निकलने वाली गैस को उपरिमुख



चित्र 16.9—प्रयोगशाला में सल्फर डाइऑक्साइड बनाना

से वायु के विस्थापन द्वारा गैस जारों में एकत्र कर लेते हैं। गैस जार गैस से भरा है या नहीं इसके लिए गीला नीला लिटमस पत्र जार के मुँह पर ले जावें। यदि वह लाल हो जाता है तो यह गैस जार के भर जाने का सूचक है।

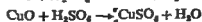


- (2) प्रयोगशाला में सल्फर डाइऑक्साइड गैस को तांबे की छीलन (Copper Turning) को सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ गरम करके भी बनाया जा सकता है।

एक फ्लास्क जिसमें कुछ तांबे की छीलन हो तथा जिसमें विभिन्न कीप एवं निकाम नली लगी हो, लेते हैं। चित्र 16.9 के अनुसार कीप से सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल डालकर फ्लास्क को गरम करते हैं। निकलने वाली सल्फर डाइऑक्साइड गैस को सान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल की बोतल में प्रवाहित करके शुष्क करने के पश्चात् गैस जार में वायु के उपरिमुख से विस्थापन (Upward Displacement) द्वारा एकत्र कर लेते हैं।



क्रिया में पहले क्यूप्रिक ऑक्साइड बनता है जो सल्फ्यूरिक अम्ल से क्रिया करके कॉपर सल्फेट बनाता है।



### 16.10 सल्फर डाइऑक्साइड के भौतिक गुण

- (1) यह रंगहीन गैस है। इसकी गंध जलते हुए गंधक जैसी होती है। यह विषैली है।
- (2) यह ठण्डे जल में पर्याप्त विलेय है।  $20^{\circ}$  से पर एक मिनी. जल में लगभग 40 मिली. घुल जाती है। इसी कारण इसे पानी के हटाव की रीति में एकत्र नहीं किया जाता।
- (3) यह हवा की अपेक्षा 2.2 गुनी भारी है।
- (4) इसे 1.5 वायुमण्डलीय दाब और  $0^{\circ}$  सेंटिग्रेड ताप पर सरलता से द्रव में परिणित किया जा सकता है। द्रव सल्फर डाइऑक्साइड का क्वथनांक  $-10^{\circ}$  से. है तथा  $-75^{\circ}$  से. पर इसे ठोस में बदला जा सकता है।
- (5) द्रव सल्फर डाइऑक्साइड में फॉस्फोरस, गंधक व आयोडीन घुल जाते हैं।

### 16.11 सल्फर डाइऑक्साइड के रासायनिक गुण

- (1) यह न जलती है और न जलने में महायक ही है, परन्तु पोटैशियम और मैग्नीशियम इसमें जलते रहने हैं।



मैग्नीशियम का सार इसमें जलाकर गैस जार की दीवारों पर ध्यानपूर्वक देखो कि वहाँ पीले रंग का गंधक वहाँ-वहाँ चिपका दिखायी देता है।

- (2) अपघटन—विद्युत चिंगारी (Electric Spark) द्वारा या  $1200^{\circ}$  से. पर यह सल्फर डाइऑक्साइड और सल्फर में अपघटित हो जाती है।



- (3) योगात्मक भौतिक बनाना—यह ऑक्सीजन, क्लोरीन और लैंड ऑक्साइड, आदि के साथ योगात्मक भौतिक (Additional Compound) बनाती है।



सल्फ्यूरिल

लैंड सल्फेट

क्लोराइड

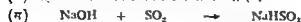
- (4) अम्लीय प्रवृत्ति—

- (अ) यह पानी में मिलकर सल्फ्यूरस अम्ल बनाती है। इसी में उसे सल्फ्यूरस अम्ल का ऐनहाइड्राइड (सल्फ्यूरस अम्ल) भी कहते हैं।



यह नीचे निम्नम में लान कर देती है।

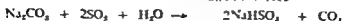
- (ब) यह सारों में मिलकर लवण व पानी बनाती है।



सोडियम बाइसल्फाइट



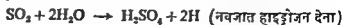
सोडियम सल्फाइट



सोडियम बाइसल्फाइट



(5) अपचायक के रूप में—नम गल्फर डाइऑक्साइड नवजात हाइड्रोजन दे सकती है और ऑक्सीकारक पदार्थ की उपस्थिति में ऑक्सीजन ग्रहण कर सकती है। दोनों ही परिस्थितियों में यह प्रबल अपचायक है।



(अ) अम्लीय पोटेशियम डाइक्रोमेट में इसे प्रवाहित करने से क्रोमियम सल्फेट बनता और विलयन का रंग हरा हो जाता है।



(पोटेशियम डाइक्रोमेट)

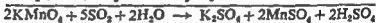
(पोटेशियम (क्रोमिक

(केसरिया)

सल्फेट) सल्फेट)

(रंगहीन) (हरा रंग)

(ब) अम्लीय पोटेशियम परमैंगनेट के विलयन में प्रवाहित करने से विलयन का रंग उड़ा देती है।



(बैंगनी लाल)

(रंगहीन) (लयभंग रंगहीन)

(स) फेरिक लवणों को फेरस लवणों में बदल देती है।

फेरिक क्लोराइड के विलयन में सल्फर डाइऑक्साइड गैस प्रवाहित करने से फेरस क्लोराइड बनता है।



(फेरिक क्लोराइड)

(फेरस क्लोराइड)

यह परिवर्तन लुम फेरिक क्लोराइड के रंग परिवर्तन से देख सकते हैं।

फेरिक क्लोराइड विलयन गहरे नारंगी रंग का होता है पर फेरस क्लोराइड हल्के हरे रंग का होता है।

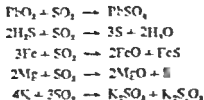
(द) फेरिक सल्फेट के विलयन को फेरस सल्फेट के विलयन में परिवर्तित कर देती है।



(फेरिक सल्फेट)

(फेरस सल्फेट)

(6) सोल्फोक्वार्ट के रूप में—सल्फर डाइऑक्साइड गैस सोल्फोक्वार्ट के रूप में भी काम करती है। निम्न रासायनिक समीकरण इसकी प्रतिक्रिया को सिद्ध करती हैं—



#### (7) विरजन क्रिया (Bleaching Action)

(क) गर्मी की उपस्थिति में सल्फर डाइऑक्साइड गैस रंगीन पदार्थों का रंग उड़ा देती है।



परन्तु हाइड्रोजन के मध्यम में बना हुआ रंगीन पदार्थ अस्थायी होता है और वायु की ऑक्सीजन में मध्यम वायु आक्सीकृत होकर पुनः रंगीन हो जाता है।

### 16.12 सल्फर डाइऑक्साइड एवं क्लोरीन की विरजन क्रियाओं में अन्तर

- (1) सल्फर डाइऑक्साइड की विरजन क्रिया नक्कल हाइड्रोजन द्वारा रंगीन पदार्थों के अपचयन के कारण होती है, परन्तु क्लोरीन की विरजन क्रिया नक्कल ऑक्सीजन द्वारा रंगीन पदार्थों के ऑक्सीकरण के कारण होती है।
- (2) सल्फर डाइऑक्साइड द्वारा विरजन मंदीव स्थायी नहीं होता। यह पदार्थों को हवा में रखने पर मल्ट हो सकता है क्योंकि हवा की ऑक्सीजन में रंगहीन पदार्थ ऑक्सीकृत होकर पुनः रंगीन पदार्थ में परिणत हो जाता है। क्लोरीन द्वारा विरजन स्थायी होता है।
- (3) क्लोरीन की अपेक्षा सल्फर डाइऑक्साइड हल्का (mild) विरजक है। यही कारण है कि सल्फर डाइऑक्साइड रेशम, ऊन, मृन्मायम रेश्म, आदि को विरजित करने के लिए प्रयोग की जाती है।

### 16.13 सल्फर डाइऑक्साइड के उपयोग

सल्फर डाइऑक्साइड का उपयोग निम्न बावों में होता है

- (i) सल्फ्यूरिक अम्ल में निर्माण में।
- (ii) जीवाणुनाशक के रूप में।
- (iii) लकड़ी, ऊन, रेशम के विरजन में।
- (iv) शक्कर को स्वच्छ तथा रंगहीन करने में।
- (v) प्रतिक्लोर (Antichlor) के रूप में। क्लोरीन द्वारा विरजित किये गये पदार्थों से अनावश्यक क्लोरीन को दूर करने के लिए सल्फर डाइऑक्साइड प्रयोग में लाते हैं।



इस प्रकार सल्फर डाइऑक्साइड गैस प्रतिक्लोर के रूप में काम में लायी जाती है।

### 16.14 निम्नलिखित प्रयोग कर निरीक्षण करो :

- (1) रंग का निरीक्षण—रंगहीन।
- (2) सावधानीपूर्वक गंध सूँघें—जलते गंधक जैसी।
- (3)  $\text{SO}_2$  गैस भरी परखनली का खुला सिरा ज्वाला के नजदीक साने पर गैस नहीं जलती।
- (4) मैग्नीशियम तार को मल्फर टाइऑक्साइड में जलाना—तार को चिमटे से पकड़ कर मल्फर टाइऑक्साइड से भरे जार में जताओ। तुम देखोगे कि यह लगातार जलता रहता है। जब पूरा जल जाए तब चिमटे को हटा लो। गैस जार में गंधक के कण बिनारो पर चिपके हुए दिखायी देंगे।
- (5) एक गैस जार को पानी में उलटा कर कॉकें हटा दो। पानी के ऊपर चढ़ाव को देखो। यह दर्शाता है—
  - (अ) गैस पानी में अत्यधिक विलेय है।
  - (ब) लिटमस के प्रति अम्लीय प्रभाव रखती है।
- (6) एक अन्य परखनली में जिममें गैस भरी हुई है, अम्लीय पोटेशियम परमैंगनेट की कुछ बूँदें डाल कर निरीक्षण करो कि क्या होता है।
- (7) अन्य गैस से भरे गैस जार में हाल ही में तोड़ा गया रंगीन नम फूल डालो तथा रंग परिवर्तन को देखो। विरंजित हो जाने के पश्चात् गैस जार को साफ कर लो। अब इस फूल को तनु सल्फ्यूरिक अम्ल में बार-बार डूबाओ। क्या देखते हो?
- (8) गैस से भरे एक अन्य गैस जार में जल की कुछ मात्रा मिलाओ। सल्फ्यूरस अम्ल बनता है जो कि गैस के समान ही गुण रखता है, जैसे अम्लीय, अवकारक तथा विरजक गुण, आदि।

### 16.15 सल्फाइड का परीक्षण कैसे करें ?

प्रयोगशाला में जिस प्रकार यह गैस तैयार की गयी तथा इस गैस के जो गुण तुमने देखे उनके आधार पर क्या तुम बता सकते हो कि सल्फाइड का परीक्षण कैसे किया जा सकता है ? दिये हुए सल्फाइड पर तनु गंधक का अम्ल डालो और निकलने वाली गैस को सूँघो। इसकी गंध की गंधक के जलने से उत्पन्न गंध से तुलना करो। फिर परखनली के मुँह पर पोटेशियम डाइक्रोमेट में भीगा पत्र लाओ। यदि वह हरा हो जाता है तो क्या प्रदर्शित करेगा ? वह हरा क्यों हो जाता है ? यही सल्फाइड का परीक्षण है।

### पुनरावलोकन

प्राचीन तथा आधुनिक औषधि विज्ञान में गंधक तथा इसके बनने वाले यौगिकों का बहुत अधिक महत्त्व है। यह तत्त्व प्रकृति में स्वतन्त्र एवं समुक्त दोनों अवस्थाओं में पाया जाता है। इस तत्त्व को शुद्ध अवस्था में प्राप्त करने के लिए अनेक विधियाँ प्रयोग में ली जाती हैं। विभिन्न उपयोगों विधि 'फ्राय विधि' कहलाती है। कार्बन एवं फॉस्फोरस की तरह यह तत्त्व भी द्विअम्लीय

(अष्टफलकीय, प्रिस्मेटिक) व अत्रिगुणिक (प्लैमेटिक, दूधिया, कोलाइडी) अपरूपों में पाया जाता है। विभिन्न मात्रकों पर अपरूप एक दूसरे में परिवर्तित किये जाते हैं। अपरूप विभिन्न ज्यामिति आकार के होते हैं। सभी अपरूपों के रासायनिक गुण समान होते हैं। प्रत्येक अपरूप के परमाणु के चारों ओर 6 इलेक्ट्रॉन होते हैं। गंधक के सबसे अधिक उपयोगी यौगिक सल्फर डाइऑक्साइड तथा इसके तैयार किये जाने वाला सल्फ्यूरिक एसिड है। सल्फर डाइऑक्साइड एक आंशिक तथा सल्फ्यूरिक एसिड एक आंशिककारक अभिकारक की तरह उपयोग किया जाता है। इसके अलावा गंधक का उपयोग कीटनाशक, फंग-विरोधक एवं चर्म रोगों की औषधियों के रूप में किया जाता है। "सल्फाइड्स, पैन्ट्स सल्फर, सल्फेनिय एसिड, सल्फामेरेजीन, डोमरफेन, सल्फाग्वानिडीन, सल्फा थायोजोल, आदि औषधियों में गंधक का उपयोग किया जाता है।

प्रयोगशाला में गंधक यौगिक सल्फ्यूरटेड हाइड्रोजन ( $H_2S$ ) का उपयोग एक प्रतिकारक के रूप में किया जाता है। गंधक स्वयं अक्रियाशील तत्व है परन्तु आक्सीजन में लुकी लुकी नीली लौ के साथ जलता है। जम्हा, लोहा, तांबा उच्च ताप पर गंधक से संयुक्त होकर सल्फाइड्स यौगिक बनाते हैं। रासायनिक त्रियांशों में गंधक की संयोजकता 2, 4 तथा 6 होती है।

### अध्ययन प्रश्न

- निम्न के बारे में अपने विचार सक्षेप में प्रस्तुत करो  
गंधक के फूल, रेम्डा गंधक, दूधिया गंधक, स्यू गंधक, एकनाश गंधक, अष्टफलकीय गंधक।
- अष्टफलकीय गंधक का मूल क्या है—इस सूत्र को रासायनिक समीकरणों में उपयोग क्यों नहीं किया जाता है ?  
प्लैमेटिक गंधक किम प्रकार बनाया जाता है ? यह किम प्रकार अष्टफलकीय रूप में भिन्न होता है ?
- (अ) कौनोइडी गंधक तथा गंधक के फूलों में अन्तर स्पष्ट करो।  
(ब) वास्तु में कुछ भाग गंधक को मिला रहता है। इसमें से गंधक किम प्रकार अलग करेंगे ?
- निम्नलिखित के कारण स्पष्ट करो  
(अ) एक विद्यार्थी ने गंधक के टुकड़े को दलना शुरू किया कि वास्तु पट गया—एक मन्त्राह वाद देखने पर उसका रंग हल्का तथा वह भगुर पाया गया कारण बताओ।  
(ब) सॉडियम थायोमन्केट में हाइड्रोजेनोसिक एसिड जलने में कौनोइडी गंधक बनता है परन्तु सल्फर डाइऑक्साइड के जलीय संतृप्त घोल में प्राप्त नहीं होता।
- सल्फर डाइऑक्साइड के निम्न रासायनिक गुणों का एक उदाहरण दो व समीकरण भी लिखो।  
(अ) अपचायक के रूप में, (ब) ऑक्सीकारक के रूप में, (ग) थोलायक अभिकारक के रूप में, (द) विरजन कारक के रूप में।
- रासायनिक समीकरण के आधार पर एवं टन सल्फ्यूरिक एसिड बनाने के लिए कितने हिस्से गंधक चाहिए ?
- गंधक के पांच यौगिकों के इलेक्ट्रॉन सूत्र बनाओ।
- सल्फाइट आयन की प्रयोगशाला में किमे पृथक्करण ?

**प्रयोगसाला त्रिमाह/परिचोदनाह/रोचक प्रयोग**

1. ग्लूताकों का अध्ययन कर विज्ञान बन्ध में अध्यापक ने राय लेकर बाह्य बनाओ। मोर, तथा कोयले का अनुपात 15 : 3 : 2 रहता है। इसके अलावा अन्य अनुपातों में बाह्य बनाने से भी भिन्न तथा सामान्य गृहों का अध्ययन करो।
2. उदयपुर का जिक स्मेल्टर कारखाना तथा कौटा का डी.सी.एम. का कारखाना देखना बाढ़ गंधक को सल्फ्यूरिक एसिड में बदलने का प्रतिवेदन तैयार करो।
3. कुछ छात्रों को उच्च तापक्रम पर गंधक में संयुक्त करी तथा बनने वाले यौगिकों को तनु हाइड्रोक्लोरिक या सल्फ्यूरिक एसिड क्रमशः डाली तथा जात करो कि किम यौगिक क्रिया आसानी से होती है, किस पर कितना नहीं। बनने वाले मौलिक यौगिक की जांच करो।

**अभ्यास प्रश्न**

1. सल्फर का घूरा धीरे-धीरे उसके बबलनाक तक गरम किया। प्रेक्षण इस प्रकार रहे :
  - (1) यह तुरन्त संक्रमण तापक्रम पर एकनताक्ष गंधक में परिवर्तित हो गया।
  - (2) द्रवित होकर एम्बर (कहूवा) रंग का द्रव हो गया।
  - (3) द्रव प्रारम्भ में बहता हुआ था।
  - (4) द्रव 160° सें. के लगभग काला हो गया।
  - (5) अपने बबलनाक पर द्रव लगभग काला हो गया।

इनमें से कौनसे प्रेक्षण ठीक रहे :

- (अ) पाँचों।
  - (ब) 1, 2, 4 व 5.
  - (स) 1, 2, 3 व 4.
  - (द) 2, 3, 4 व 5.
  - (इ) कोई और संयोग।
2. फाश विधि से सल्फर निकालने के लिए भूमि में पम्प करते हैं :
    - (अ) जलवाष्प व अतितप्त जल।
    - (ब) अतितप्त जल व गरम वायु
    - (स) कार्बन डाइसल्फाइड व गरम जल।
    - (द) जल, गरम वायु व एक उत्प्रेरक।
    - (इ) पदार्थों का कोई और संयोग।
  3. गंधक को जलाकर ऑक्सीजन के आर में डालने पर तुम क्या परिवर्तन देखोगे ?
    - (अ) पीली ज्वाला।
    - (ब) चमकीली श्वेत ज्वाला।
    - (स) सल्फर डाइऑक्साइड का रगहीन धुआँ।
    - (द) नीली ज्वाला बनाता हुआ एक क्षारीय ऑक्साइड।
    - (इ) सल्फर डाइऑक्साइड का थोड़ा-सा श्वेत धाँ।

4. सल्फर डाइऑक्साइड व कार्बन डाइऑक्साइड दोनों ही अपचित हो जाती हैं :

- (अ) धूम्रनीशियम से ।
- (ब) जल में ।
- (ग) हाइड्रोजन सल्फाइड में ।
- (द) अम्लीय पोटेंशियम परमैंगनेट से ।
- (इ) सान्द्र हाइड्रोब्लोरिक अम्ल से ।

5. सल्फर डाइऑक्साइड विरजन करती है । अपचयन से और उसके परिवर्तन के लिए उपयुक्त समीकरण होगा

- (अ)  $\text{SO}_2 + \text{O} \rightarrow \text{SO}_3$
- (ब)  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SO}_3^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}$
- (ग)  $\text{H}_2\text{SO}_3 + \text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
- (द)  $\text{SO}_2 + \text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4$
- (ई)  $2\text{SO}_2 + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{SO} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$

6. सान्द्र साइट्रिक अम्ल में सल्फर डाइऑक्साइड प्रवाहित करने पर

- (1) त्रिया के ऊष्माक्षेपी होने के कारण उत्पाद गरम हो जाता है ।
- (2) लाल भूरा धुआं बनता है ।
- (3) सल्फर अवक्षेपित हो जाता है ।
- (4) सल्फ्यूरिक अम्ल बनता है ।
- (5) सल्फर डाइऑक्साइड का श्वेत धुआं बनता है ।

इनमें से कौनसी विकल्पनाएँ सत्य हैं :

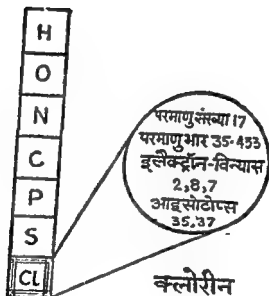
- (अ) 5 के अतिरिक्त भारी ।
- (ब) केवल 2, 3 व 4 ।
- (स) केवल 1, 2 व 3 ।
- (द) केवल 1, 2 व 4 ।
- (ई) केवल 1, 2 व 5 ।

7. सल्फर डाइऑक्साइड की ऑक्सीकरण क्रिया निम्न समीकरण बनाती है

- (अ)  $\text{SO}_2 + 2\text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NO}_2 + \text{ऊष्मा}$
- (ब)  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$
- (ग)  $2\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4$
- (द)  $\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$

[उत्तर: 1. (द) 2. (ब) 3. (द) 4. (अ) 5. (द) 6. (द) 7. (द)]

## क्लोरीन



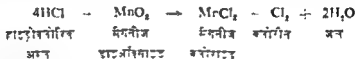
### 17.1 क्लोरीन की खोज स्वीडन निवासी एक रसायनज्ञ ने की

यूरोप में 18वीं शताब्दी के उत्तरार्द्ध में प्रीस्टले, केवेंडिश, लेवोसिये, आदि वैज्ञानिकों ने आक्सीजन, हाइड्रोजन, आदि गैसों को खोज निकाला था। ये वैज्ञानिक वायु, जल, आदि साधारण पदार्थों पर किये गये प्रयोगों के आधार पर उनकी रचना व परिवर्तनों का अध्ययन कर रहे थे। इन्हीं दिनों स्वीडन में शीले नामक एक रसायनज्ञ रहते थे। उनके विषय में कहा जाता है कि उन्होंने प्रीस्टले से भी पहले ऑक्सीजन की खोज कर ली थी। इन्हीं शीले महोदय ने 1774 में क्लोरीन गैस को नमक के अम्ल पर मैंगनीज डाइऑक्साइड की क्रिया द्वारा तैयार किया। तुम्हारा यह परिचित नाम क्लोरीन उनका दिया हुआ नहीं है। उन्होंने इस गैस को एक लम्बा-चोटा नाम दिया जिसका भावार्थ था—“फ्लोजिस्टन निष्कामित सागर अम्लवायु।” तबसे क्लोरीन गैस

पश्चात् 1810 में डेवी ने इससे पोटैशियम त्रिक्लोराइड के कारण इसका यह नाम भी रखा 'क्लोरीन' (अर्थात् ग्रीक) में दिया।

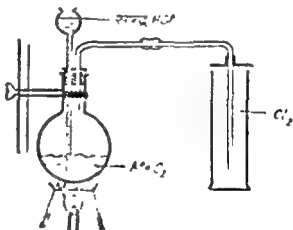
## 17.2 प्रयोगशाला में क्लोरीन बनाने की विधियाँ

गोरे ने त्रिक्लोराइड में क्लोरीन बनाई थी, तुम भी प्रयोगशाला में इसी विधि में क्लोरीन बना सकते हो। चित्रानुसार (चित्र 17.1) उपकरण लगाओ। पत्राक्ष में मैंगनीज डाइआक्साइड तथा सांद्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल लेकर समें करो। प्रान्त घूम को वायु के प्रसिद्धि के विचारों की नीति में ध्यान करो।



इस विधि में क्लोरीन किस पदार्थ में से प्राप्त होती है?

यह तुम देखने हो कि हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ ऑक्सीजन के संयोग (अर्थात् ऑक्सीकरण) के फलस्वरूप जल बनता है व क्लोरीन अम्ल में मिला हुआ होता है। इसके लिए हम यह भी कह सकते हैं कि क्लोरीन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल को मैंगनीज डाइआक्साइड द्वारा ऑक्सीकृत करने में प्राप्त होती है। तुम अब क्लोरीन आवर्गीकरण पदार्थों में हाइड्रोक्लोरिक अम्ल आवर्गीकृत कर सकते हो?



चित्र 17.1 — क्लोरीन के क्लोरीन तैयार करना

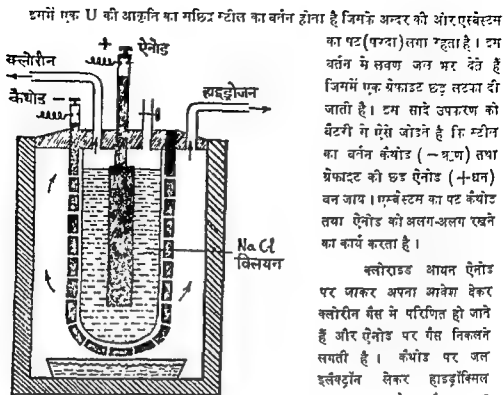
प्रयोगशाला में तैयार करना

प्रायोगिक तैयारी में क्लोरीन के तैयार करने के लिए हमें एक बड़े बेलनाकार पात्र (जैसे कि बेली आवर्गीकरण) पदार्थ को लेकर प्रयोगशाला में जाकर क्लोरीन के तैयार करने के लिए प्रयोगशाला का उपयोग करना पड़ेगा।

## 17.3 व्यावहारिक उपयोग के लिए क्लोरीन गैस के संचयन की विधि -

क्लोरीन गैस के तैयार करने के लिए हमें एक बड़े बेलनाकार पात्र (जैसे कि बेली आवर्गीकरण) पदार्थ को लेकर प्रयोगशाला में जाकर क्लोरीन के तैयार करने के लिए प्रयोगशाला का उपयोग करना पड़ेगा।





चित्र 17.2—नेलसन सेल द्वारा क्लोरीन का उत्पादन

इसमें एक U की आकृति का गछिर स्टील का बर्तन होता है जिसके अन्दर की ओर एम्बेस्टर का पट (परदा) लगा रहता है। इस बर्तन में सवण जब भर देते हैं जिसमें एक ग्रेफाइट छड़ लटका दी जाती है। इस सादे उपकरण को बैटरी में ऐसे जोड़ने है कि स्टील का बर्तन कैथोड (— धन) तथा ग्रेफाइट की छड़ ऐनोड (+ धन) बन जाय। एम्बेस्टर का पट कैथोड तथा ऐनोड को अलग-अलग रखने का कार्य करता है।

क्लोराइड आयन ऐनोड पर जाकर अपना आवेश देकर क्लोरीन गैस में परिणित हो जाते हैं और ऐनोड पर गैस निकलने लगती है। कैथोड पर जल इलेक्ट्रॉन लेकर हाइड्रोजन आयन व हाइड्रोजन गैस बनाता है।



इस प्रकार कैथोड पर हाइड्रोजन प्राप्त होती है।

यहाँ तुमने देखा कि एक समे से सोडियम क्लोराइड के जलीय विलयन पर विद्युत ऊर्जा के प्रभाव में मूल्यवान पदार्थ हाइड्रोजन, क्लोरीन और कार्बोस्टिक सोडा प्राप्त किए जाते हैं।

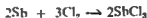
### 17.4 क्लोरीन के भौतिक गुण

1. यह हल्के पीले रंग की गैस है।
2. सूँघने पर इससे दम घुटने लगता है। यह एक विषैली गैस है।
3. यह वायु से  $2\frac{1}{2}$  गुना भारी है।
4. यह शीतल जल में गर्म जल की अपेक्षा अधिक विलेय है।
5. इसको द्रवित किया जा सकता है। द्रव क्लोरीन का क्वथनांक  $-35^\circ \text{ से. है।}$  इस द्रव को ठण्डा करने पर यह ठोस में परिणित हो जाती है जिसका गलनांक  $-102^\circ \text{ से. होता है।}$

## 17.5 क्लोरीन के रासायनिक गुण

क्लोरीन अत्यन्त क्रियाशील गैस है

क्लोरीन में 4-5 गैस जार भर लो। फिर एक में मावधानी में एण्टीमनी धुंदा छिटको। तुम देखोगे कि एण्टीमनी नुग्ग जल उठता है।



एक दूसरे जार में मार्गोन के तेल में भीया हुआ एक पिन्टर पेपर का टुकड़ा डालो। वह भी एक दम जल उठेगा और चमक उठता है।



मार्गोन का तेल क्लोरीन हाइड्रोजन क्लोराइड कावन

दूसरी प्रकार क्लोरीन के जार में जलना हुआ गंधा, फास्फोरस, आदि पदार्थ में जात्रों और क्रियाएँ देखो।

हाइड्रोजन के प्रति क्लोरीन का विशेष आकर्षण है

एक जार हाइड्रोजन गैस में ब दूगस क्लोरीन गैस में भरों। अब एक जार का मुँह दूसरे के ऊपर रखार (चित्र 17.3) मावधानी में मुँह के प्रवाश में रखो। कभी विस्फोट भी हो सकता है। तुम देखोगे कि काफी ताप उत्पन्न होता है ब दोनों जार में एक नई गैस बन जाती है।



हाइड्रोजन क्लोरीन हाइड्रोजन क्लोराइड

अब तुम अनुमान लगा सकते हो कि क्लोरीन प्रकृति में मुक्त अवस्था में क्यों नहीं मिलती?

प्रकृति में अन्य लच्छों विशेषकर धातुओं के योणिको (क्लोराइडों), के रूप में यह बहुतायत में मिलती है— जैसे सोडियम क्लोराइड, कैल्शियम क्लोराइड पोटैशियम क्लोराइड, आदि। ये लक्षण विभिन्न प्रतिशत मात्रा में समुद्र के जल में विद्यमान हैं।

क्लोरीन क्षारों के साथ अभिक्रिया कर लवण बनाती है।

कॉस्टिक सोडा के साथ क्लोरीन की क्रिया ताप पर पूरा निर्भर है—

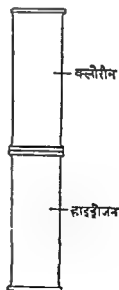
तबु ब ठण्डे कॉस्टिक सोडा और क्लोरीन में सोडियम क्लोराइड ब सोडियम हाइपोक्लोराइट बनता है।



गान्द्र ब गर्म कॉस्टिक सोडा और क्लोरीन में सोडियम क्लोराइड ब सोडियम क्लोरेट बनता है।



अमोनिया में क्रिया में बनने वाले पदार्थ क्लोरीन चित्र 17.3—मुँह के प्रवाश में क्लोरीन ब हाइड्रोजन की क्रिया



अमोनिया की अधिक मात्रा के साथ  $\{ 8\text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 6\text{NH}_4\text{Cl}$   
 {अमोनिया क्लोरीन नाइट्रोजन अमोनियम क्लोराइड

अमोनिया की कम मात्रा के साथ  $\{ \text{NH}_3 + 3\text{Cl}_2 \rightarrow \text{NCl}_3 + 3\text{HCl}$   
 {अमोनिया क्लोरीन त्रिक्लोरामाइन हाइड्रोजन क्लोराइड

चूने और क्लोरीन की क्रिया चूने के रूप पर निर्भर है

क्लोरीन की क्रिया चूने के पानी अथवा चूने के गाढ़े विलयन (दूधिया लूना या Milk of Lime) से उसी प्रकार होती है जैसे कि कॉस्टिक सोडा से।



चूने का पानी

(कैल्सियम हाइपोक्लोराइट)



चूने का गाढ़ा विलयन

(कैल्सियम क्लोरेट)

ब्रोमीन व आयोडीन को क्लोरीन उनके यौगिकों से मुक्त कर देती है

प्रयोग—एक ब्रोमाइड लवण का विलयन परखनली में लो। उसमें दो-तीन बूँद क्लोरोफॉर्म की डालो, ये उसकी पेंदी में बैठ जाती हैं। अब इस विलयन में क्लोरीन धीरे-धीरे प्रवाहित करो तथा परखनली को भली भाँति हिलाओ। तुम देखोगे कि पेंदी में क्लोरोफॉर्म का रंग नारंगी लाल हो गया है। अधिक मात्रा में क्लोरीन प्रवाहित करने पर यह रंग उड़ जाता है। क्लोरीन द्वारा यौगिक में ब्रोमीन के स्थान पर स्वयं चले जाने के कारण पहले तो ब्रोमीन मुक्त होकर क्लोरोफॉर्म में घुल जाती है किन्तु अधिक क्लोरीन प्रवाहित करने पर यह ब्रोमीन का रंग उड़ा देती है।



पोटेशियम

क्लोरीन

पोटेशियम

ब्रोमीन

ब्रोमाइड

क्लोराइड

इसी प्रकार आयोडाइड लवण लेने पर पहले तो आयोडीन क्लोरोफॉर्म में घुलता है तथा उसका रंग बैंगनी कर देती है। तदुपरान्त यदि क्लोरीन अधिक मात्रा में प्रवाहित की जाय तो उसका रंग भी उड़ा देती है।



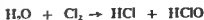
इन उपर्युक्त प्रयोगों से क्लोरीन, ब्रोमीन और आयोडीन की सक्रियता के बारे में क्या निष्कर्ष निकालते हो? स्पष्ट है कि क्लोरीन, ब्रोमीन अथवा आयोडीन दोनों से अधिक सक्रिय है।

## 17.6 क्लोरीन के उपयोग

स्वयं रंगीन क्लोरीन दूसरी वस्तुओं को रंगविहीन क्यों कर देती है ?

प्रयोग—गूँधी क्लोरीन रंग के लीन आर लो और एक में कुछ रंगीन गीले पत्र, दूसरे में रंगीन गीले कपड़े के टुकड़े तथा तीसरे में गूँधी रंगीन कपड़े डालो और कुछ समय तक रखने दो। तुम देखोगे कि गूँधे कपड़े के रंग पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता किन्तु पत्रों व गीले कपड़े का रंग उड़ जाता है अथवा बहुत हल्का हो जाता है। इससे हम यह निष्कर्ष निकाल सकते हैं कि क्लोरीन गीले वस्तुओं का रंग उड़ा देती है।

क्लोरीन की इस स्वविहीन करने की प्रक्रिया को वैज्ञानिकों ने सूक्ष्मता से अध्ययन के परिणाम स्वरूप ज्ञात किया कि पहले पानी क्लोरीन की क्रिया से हाइपोक्लोरीन अम्ल बनाती है जो तुरन्त विच्छेदित होकर नवजात आक्सीजन (Nascent Oxygen) बनाता है।



हाइपोक्लोरीन अम्ल



नवजात आक्सीजन



नवजात आक्सीजन

नवजात आक्सीजन परमाणवीय रूप में साधारण आक्सीजन की अपेक्षा अत्यन्त क्रियाशील होती है तथा रंगीन पदार्थों का आक्सीकरण कर देती है जिसमें वे स्वविहीन हो जाते हैं। अतः यह नवजात आक्सीजन है जो रंग उड़ाने का कार्य करती है। क्लोरीन इस क्रिया में नवजात आक्सीजन बनाने के लिए उत्तरदायी अवश्य है।

सूती बपटों का रंग उड़ाने के लिए इसका उपयोग किया जाता है। रेगमी बपटों या ऊनी बपटों पर इसकी विरजक विद्या नहीं बगई जा सकती क्योंकि उनसे नन्हु क्लोरीन में मध्य हो जाते हैं।

क्लोरीन प्राण रक्षा कैसे करती है ?

क्लोरीन का दूसरा बड़ा उपयोग यह है कि यह पानी को बीटागु रहित करने में काम आती है। सुमको नल के पानी में बहुधा क्लोरीन की गंध आती रहती है। यह गंध में मिश्रित क्लोरीन के कारण ही होता है। पानी की टंकिया में पौने का पानी परावर पड़वाने से पहले उसमें क्लोरीन प्रवर्तित की जाती है। यह क्लोरीन गंध है जिसका परमाणवीय आक्सीजन उत्पन्न करती है जो बैक्टीरिया का आक्सीकरण द्वारा मार देती है। इस प्रकार गंध बीटागु रहित कर दिया जाता है। जहाँ इस प्रकार बीटागु रहित किया हुआ जल उपयोग नहीं होता है वहाँ पानी को दूसरे आक्सीकारक पोटैंगियम परमैंगनेट (Potassium Permanganate) से शुद्ध (बीटागु रहित) किया जाता है।

क्लोरीन घातक रीस की है ?

यदि क्लोरीन का उपयोग बे-अम्लीय में किया जाए तो वह जल के घोलों को मार कर देती है। इस रीस में अधिक समय तक बरतन जैसे के मुट्ठ मार भी हो सकते हैं। प्रथम विश्व युद्ध में मुट्ठभूमि में इसकी घातक रीस के रूप में काम में ली गई। मुट्ठभूमि में इस रीस के कारण छोटे गडों में जिनसे कारण कई जल स्रोतों को हम मुट्ठों के कारण मुट्ठ हो गई थी। इस प्रकार की कुछ अन्य जलस्रोतों रीस की है। बाद में अन्तराष्ट्रीय सम्मेलन में सम्मति पर यह इस प्रकार की जलस्रोतों रीसों के मुट्ठभूमि में उपयोग पर प्रतिबन्ध लगा दिया गये है। का कि जलस्रोतों रीस के प्रयोग में न केवल मुट्ठभूमि रीस ही होते जाते हैं बल्कि मुट्ठभूमि के कुछ दूर तक जलस्रोतों पर जलस्रोत भी मुट्ठ के शिकार हो जाते हैं।

### 17.7 क्लोराइड का परीक्षण कैसे करें ?

प्रयोग सोडियम क्लोराइड के कुछ क्रिस्टल लेकर उन्हें पानी में घोल लें। अब इस घोल में कुछ बूँदें मिल्वर नाइट्रेट विलयन की डालें। क्या देखते हैं ? यह सफेद अवशेष किससे मिलता-जुलता है ? वही के समान इस अवशेष को थोड़ी देर घूप में रखें और इसके रंग परिवर्तन का निरीक्षण करें। यह आरम्भ में भूरा व फिर काला पड़ जाता है।



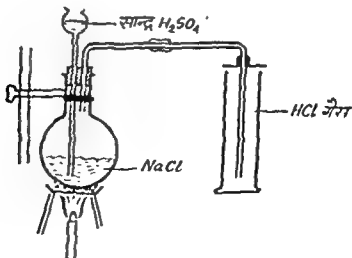
सिल्वर नाइट्रेट  
(वही जैसा अवशेष)

हममें एक सावधानी रखना जरूरी है कि क्लोराइड के अलावा और भी कुछ लवण होते हैं जो मिल्वर नाइट्रेट के साथ सफेद अवशेष हल्का पीला अवशेष दे देते हैं। थ्रोमाइड एवं आयोडाइड लवण भी इस प्रकार का अवशेष देते हैं। यह मिल्वर क्लोराइड अवशेष सांद्र नाइट्रिक अम्ल में अविलेय है परन्तु अमोनियम हाइड्रॉक्साइड में विलेय है। क्लोराइड लवण सिल्वर नाइट्रेट के विलयन के साथ सफेद अवशेष देते हैं जो नाइट्रिक अम्ल में अविलेय होता है। इस प्रकार क्लोराइडों की पहचान की जाती है।

### हाइड्रोक्लोरिक अम्ल

### 17.8 हाइड्रोक्लोरिक अम्ल गैस बनाने की प्रयोगशाला विधि

साधारण नमक तथा सांद्र गंधक के अम्ल की क्रिया से : इस विधि में साधारण नमक और सल्फ्यूरिक अम्ल को गर्म करके गैस बनाई जाती है। एक गॉल पेंदी के प्लम्बक में साधारण नमक तथा सांद्र सल्फ्यूरिक अम्ल भरते हैं। इस प्लम्बक में दो छेद वाली काँचें लगी रहनी हैं। एक छिद्र में मिर्गिट फर्नस तथा दूसरी में निक्राम सर्वा मया देने हैं। प्लम्बक को गर्म करने हैं। निष्पन्न पानी हाइड्रोक्लोरिक एसिड गैस को गायु के ट्रायमुन्नी विस्थापन विधि द्वारा गैस जार में एकत्र कर लेते हैं।



चित्र 17.8—प्रयोगशाला में हाइड्रोक्लोरिक एसिड गैस बनाना

क्षमिता हम प्रकार मरज होती है .



गैस को शुष्क करना : गैस को शुष्क करने के लिए मान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल का प्रयोग किया जाता है। अन्य जलनोपक पदार्थ जैसे बिना बुझा हुआ चूना, फास्फोरस पेन्टॉक्साइड, आदि का प्रयोग नहीं किया जाता है क्योंकि वे पदार्थ हाइड्रोक्लोरिक एसिड गैस में रिया करने हैं



बिना बुझा चूना



फास्फोरस पेन्टॉक्साइड

फास्फोरस

मेटा फास्फोरिक

ऑक्सी क्लोराइड

एसिड

हम गैस का पानी में मान्द्र विविधन हाइड्रोक्लोरिक अम्ल कहना है।

## 17.9 हाइड्रोक्लोरिक अम्ल कैसे बनाने है ?

हाइड्रोक्लोरिक अम्ल में अत्यन्त विषयगील है। अब यदि निक्काम नली का सीधा ही जल में डुबाया जाय तो नली में जल झिलझरा पनाम्न में आ सकता है। यह जल गैस मान्द्र सल्फ्यूरिक अम्ल के साथ रिफ्रैक्ट कर देगा। अब, हाइड्रोक्लोरिक अम्ल प्राप्त करने के लिए निक्काम नली को एक खाली निपोंन क्लाम्प में जोड़ते हैं जिसको एक अन्य नली द्वारा एक उल्टी कील में एबर की नली द्वारा जोड़ देते हैं (चित्र 17.5)। कील की परिमा बीकर में रखे जल को ध्वर्ग करती रहती है। यदि जल ऊपर की ओर जाने भी लगेगा तो कील में थोड़ा सा ऊपर जाने पर बीकर में जल का तल कील में नीचे हो जाने के कारण जल को ऊपर जाने में रोक देगा। कील में एबर नली से आने वाली गैस का दाब द्रव जल को बापग बीकर में भेज देगा। अब, कील की परिमा पुन बीकर में भरे जल को छून लग जाती है। इस क्रिया के बार-बार होने पर गैस जल में धीरे-धीरे विलय होनी है और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल बनना रहता है। यदि क्लियर ठण्डा होगा तो उसमें अधिक हाइड्रोजन क्लोराइड गैस अव-शोषित होगी और विलयन सांद्र हाइड्रो-क्लोरिक अम्ल होगा।



## 17.10 हाइड्रोक्लोरिक एसिड गैस के भौतिक गुण

- (1) यह अनि तीक्ष्ण ग
- रसहीन गैस

- (2) यह आद्र वायु में गहरा धुआ देती है।
- (3) यह जल में अत्यन्त विलेय है।
- (4) यह हवा से भारी है।
- (5) हाइड्रोक्लोरिक गैस को द्रवित किया जा सकता है। द्रव गैस का ग्वमनांक  $-83^{\circ}$  से. है। इसे  $-113^{\circ}$  में. गलनांक वाले ठोस में जमाया भी जा सकता है।

### 17.11 हाइड्रोजन क्लोराइड या हाइड्रोक्लोरिक अम्ल गैस के रासायनिक गुण

(1) बाह्यता : हाइड्रोजन क्लोराइड न तो ज्वलनशील है और न ही जलने में सहायक है।

(2) लिटमस पर प्रभाव : शुष्क गैस लिटमस के प्रति उदासीन है परन्तु जलीय विलयन तीव्र अम्लीय होता है, और नीले लिटमस को लाल कर देता है।

(3) अमोनिया से क्रिया : शुष्क गैस अमोनिया में क्रिया करके अमोनियम क्लोराइड के क्वथन धूम बनाती है।



(4) धातुओं से क्रिया : हाइड्रोजन क्लोराइड कई धातुओं में गर्म अवस्था में संयोग करके क्लोराइड बनाती है।



हाइड्रोक्लोरिक अम्ल विद्युत रासायनिक श्रेणी में हाइड्रोजन में पद्वि आयी धातुओं से क्रिया करके उनके क्लोराइड बनाता है और हाइड्रोजन गैस निकलती है।



(5) क्षार से क्रिया : क्षारों के साथ क्रिया करके यह क्लोराइड बनाती है।



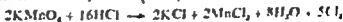
(6) कार्बोनेट एवं बाइकार्बोनेट से क्रिया : अम्ल कार्बोनेट एवं बाइकार्बोनेटों को आपतित करके वायुमय हाइड्रोजन क्लोराइड गैस देता है।



(7) तिन्धर नाइट्रेट से क्रिया : अम्ल तिन्धर नाइट्रेट विलयन में क्रिया करके तिन्धर क्लोराइड अवक्षेपित करना है।



(8) ऑक्सीकारक पराचों से क्रिया : अम्ल गौर ऑक्सीकारक पराचों जैसे नाइट्रिक परमैंगनेट, डीमनोस डाइऑक्साइड आदि में ऑक्सीकृत होकर क्लोरीन देता है। यह क्रिया प्रदर्शित करती है कि हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एक मीन (mild) अवधारक है।



(9) अम्लराज बनाना : नाइट्रिक अम्ल और हाइड्रोजनोक्सीजन अम्ल 1 : 3 के अनुपात में मिलाने पर अम्लराज बनाते हैं जो सोना, प्लैटिनम, आदि श्वेत धातुओं को विलय कर लेता है।



### 17.12 हाइड्रोजनोक्सीजन अम्ल गैस के उपयोग

- यह क्लोरीन और क्लोराइड के निर्माण में प्रयुक्त होता है।
- इसका रस और पेषट के निर्माण एवं जर्नीकरण (Galvanising) के कारखानों में उपयोग होता है।
- दवाओं के रूप में भी इसका उपयोग किया जाता है।
- यह प्रयोगशाला में भी प्रतिकारक (Reagent) के रूप में प्रयुक्त होता है।

## पुनरावलोकन

क्लोरीन प्रकृति में स्वतन्त्र अवस्था में नहीं पायी जाती। इसका कारण इस गैस की अति-क्रियाशीलता है। क्लोरीन गैस का सबसे व्यापक औद्योगिक साधारण नमक है जो समुद्र तथा खारी झीलों के जल में अधिकता में घुला रहता है। प्रयोगशाला तथा औद्योगिक विधि में क्लोरीन को विभिन्न विधियों में इसी औद्योगिक से प्राप्त किया जाता है। विद्युत विधि में नमक में क्लोरीन के अलावा हाइड्रोजन तथा सोडियम हाइड्रोजेनोक्साइड भी प्राप्त होता है। अन्य सात में क्लोरीन का व्यापक औद्योगिक साधारण नमक (सोडियम क्लोराइड) हमारे भोजन का अभिन्न अंग बना हुआ है। इसके अलावा सबसे अधिक उपयोग में आने वाले औद्योगिक हाइड्रोजेनोक्सीजन एमिड तथा क्लोरीन चूर्ण है।

साधारणतः किया करने समय क्लोरीन का प्रत्येक परमाणु अन्य तत्वों में एक द्विकृतन ग्रहण करता है। क्लोरीन के प्रत्येक परमाणु के बाहरी कक्ष में मात्र द्विकृतन होते हैं। क्लोरीन कुंठे हुए चूने तथा प्रवाण की उपस्थिति में हाइड्रोजन में विघट कर नमक क्लोरीन चूर्ण और हाइड्रोजेनोक्सीजन एमिड बनाती है।

क्लोरीन तत्व के रूप में श्वेत पानी के बबुलुओं में विघटन कर मात्र देती है। यह विधि क्लोरीनीकरण कहलाती है और जहाँ में द्विकृतन में पानी का मात्र बनने के साथ जाती है। क्लोरीन विघटन प्रकार के औद्योगिक के रूप में बहुत से क्लोरीन को मारने के साथ भी जाती है। इस प्रकार क्लोरीन विनाशक के रूप में भी है एक परम मित्र भी। क्लोरीन का केवलम तब ही इतने क्लोरीन के लिए उपयोग नहीं करना चाहिए क्योंकि यह घातों को मारने कर देती है।

### अध्ययन प्रश्न

- (अ) मैग्नीशियम हाइड्रोजेनोक्साइड द्वारा हाइड्रोजेनोक्सीजन एमिड की प्रकृतिक रूप की विनाशक प्रतिक्रिया समीकरण द्वारा प्रदर्शित करो।
- (ब) समीकरण द्वारा एक मोल क्लोरीन बनाने वाली द्विकृतन हाइड्रोजेनोक्साइड की मात्रा बताओ।



2. क्लोरीन स्वतन्त्र अवस्था में प्रकृति में क्यों नहीं पायी जाती, कारण बताओ ।
3. क्लोरीन तथा सल्फर हाइड्राक्साइड की विरजन क्रियाओं का तुलनात्मक अध्ययन करो ।
4. क्लोरीन सोडियम थोमाइड तथा सोडियम आयोडाइड के जलीय विलयन में क्रमशः ब्रोमीन एवं आयोडीन को विस्थापित कर देती है । इन क्रियाओं के रासायनिक समीकरण लिखो । क्या यह क्रिया ऑक्सीकरण-अपचयन का उदाहरण है ? यदि है तो कैसे ?
5. निम्न क्रियाओं के समीकरण लिखो :  
 अ—नमक के जलीय विलयन में विद्युत प्रवाहित करने पर ।  
 ब—शुष्क धूने पर क्लोरीन प्रवाहित करने पर ।  
 स—सांद्र सोडियम हाइड्रॉक्साइड के जलीय विलयन में क्लोरीन प्रवाहित करने पर ।  
 द—क्लोरीन से भरे जार में तारपीन का तेल डालने पर ।
6. एक घुलनशील लवण में कुछ यूद्ध क्लोरोफॉर्म की डालो, उसके बाद उसमें क्लोरीन का जल डालकर हिलाने से क्लोरोफॉर्म का रंग बैंगनी हो जाता है । यह परिवर्तन क्यों हुआ ? समीकरण लिखते हुए कारण बताओ ।
7. क्लोरीन से बने वाले क्लोराइडो के इलेक्ट्रॉनिक सूत्र लिखो ।

प्रयोगशाला क्रियाएँ, परिमोजनाएँ

1. क्लोरीन चूर्ण बनाने का एक साधारण प्रयास करो ।
2. साधारण नमक के विभिन्न शक्ति वाले विलयन में छह वोल्ट की विद्युत प्रवाहित कर जात करो कि कौनसा विलयन सबसे अधिक क्लोरीन कम से कम समय में देता है ।
3. जल वितरण करने वाली टंकियो पर जाकर देखो कि क्लोरीन किस प्रकार डाली जाती है ।
4. क्लोरीन चूर्ण के विभिन्न नमूनों में क्लोरीन की प्रतिशत मात्रा जात करने के लिए परिमोजना बताओ ।
5. कार्बनिक रसायन में जिन यौगिकों के बनाने में क्लोरीन का उपयोग किया जाता है उनके दस नाम सूत्रों सहित लिखकर भित्ति पत्रिका पर लगाओ ।
6. रंगीन कपड़ों के विरजन का प्रयोग लगाओ ।

अभ्यास प्रश्न

1. क्लोरीन का एक विशेष गुण है  
 (अ) रंगहीन व स्वादहीन ।  
 (ब) वायु से कम सघन ।  
 (स) तीव्र अपचायक ।  
 (द) नम लिटमस पत्र का ऑक्सीकरण से विरजन ।  
 (इ) नम लिटमस पत्र का अपचयन से विरजन ।
2. हाइड्रोजन क्लोराइड प्राप्त करने के लिए एक उपकरण लगाया । उसमें क्या परिवर्तन किये जायें कि हाइड्रोक्लोरिक अम्ल प्राप्त किया जा सके ?  
 (अ) जल से भरा बीकर और एक उल्टी कीप ।  
 (ब) टॉल्डिन से भरा बीकर व एक उल्टी कीप ।  
 (स) केवल जल से भरा एक बीकर ।

- (द) एक कैल्शियम क्लोराइड ट्यूब व बोकर में जल ।  
 (इ) एक ट्रोनिक्ता में ठंडा जल लेकर उसमें निकाम नली डुबोकर । ( )
3. माग्नेट हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का क्लोरीन में ऑक्सीकरण कर सकते हैं  
 (1) लैंड ऑक्साइड से ।  
 (2) लाल लैंड ऑक्साइड से ।  
 (3) मैंगनीज डाइऑक्साइड से ।  
 (4) नाइट्रिक अम्ल से ।  
 (5) पोटैशियम परमैंगनेट से ।  
 इनमें से कौनसी बात सत्य है  
 (अ) पाचो ।  
 (ब) 4 के अतिरिक्त सब ।  
 (ग) केवल 1, 3 व 5 ।  
 (द) 1, 3, 4 व 5 ।  
 (इ) कोई दूसरा संयोग । ( )
4. तारपीन के तेल में कई भिन्नोकर क्लोरीन के जार में डालने पर यह परीक्षण नहीं होगा  
 (अ) तारपीन जलने लगेगा ।  
 (ब) लाल ज्वालाएँ दीखेंगी ।  
 (ग) काजल बनेगा ।  
 (द) हाइड्रोजन क्लोराइड का धुआँ बनेगा ।  
 (इ) हाइड्रोक्लोरिक अम्ल तारपीन को कार्बन में आक्सीकृत कर देगा । ( )
5. पोटैशियम हाइड्रॉक्साइड विलयन में क्लोरीन प्रवाहित करने और फिर क्लोरोफॉर्म मिलाकर हिलाने ॥ कौनसे दो रंग मिलेंगे  
 (अ) काला अवशेष व बैंगनी विलयन ।  
 (ब) भूरा अवशेष व बैंगनी विलयन ।  
 (ग) लाल अवशेष व लाल विलयन ।  
 (द) काला अवशेष व भूरा विलयन ।  
 (इ) कोई दूसरे दो रंग । ( )
6. सोडियम हाइड्रॉक्साइड के एक तनु विलयन में देर तक क्लोरीन प्रवाहित करने पर विलयन में होंगे  
 (अ) सोडियम क्लोराइड व सोडियम हाइड्रॉक्साइड ।  
 (ब) सोडियम क्लोराइड व सोडियम हाइपोक्लोराइट ।  
 (ग) सोडियम क्लोराइड व ब्लैकिंग पाउडर ।  
 (द) सोडियम क्लोराइड व सोडियम क्लोरेट ।  
 (इ) केवल सोडियम क्लोराइड । ( )

7. गर्म सान्द्र हाइड्रोक्लोरिक अम्ल एक ठोस पदार्थ से क्रिया करके एक गैस निकालता है। पदार्थ होगा कोई

- (1) कार्बोनेट
- (2) हाइड्रोजन कार्बोनेट
- (3) ऑक्साइड
- (4) क्षार
- (5) सल्फाइड

इनमें से कौनसी विकल्पनाएँ सत्य हैं :

- (अ) 1, 2 व 3
- (ब) 1, 2 व 4
- (स) केवल चार
- (द) 1, 2 व 5

( )

- (इ) 1 व 5

8. जिसमें नलोरीन प्रवाहित करके पोटेशियम क्लोरेट बनाते है वह है

- (अ) ठंडा व तनु कॉस्टिक क्षार ।
- (ब) गर्म व सान्द्र कॉस्टिक पोटैश ।
- (स) ब्लीचिंग पाउडर ।
- (द) ठंडा व तनु पोटेशियम हाइपोक्लोराइट विलयन ।
- (इ) पोटेशियम नलोराइड विलयन ।

( )

[उत्तर . 1—(द) 2—(अ) 3—(अ) 4—(इ) 5—(अ) 6—(ब)  
7—(द) 8—(ब)]

## परिशिष्ट

तुम पिछली इकाइयों में तत्त्वों की संयोजकता के अनेकों उदाहरण देख चुके हो। तीसरी इकाई में हमने तत्त्व की संयोजकता को एक ऐसी मश्या माना था जो दर्शाती थी कि उस तत्त्व का एक परमाणु कितनी मश्या में हाइड्रोजन के परमाणुओं में संयोग करता है। यदि हाइड्रोजन के अनिश्चित अन्य परमाणु में संयोग हो तो उस तत्त्व की संयोजकता को गिन लेते हैं। इसके लिए हमने तृतीय इकाई में तीसरी व गड़्ढो के नमूने का अनुमान लगाकर अणुओं के प्रतिफल बनाने का प्रयत्न किया था। किन्तु परमाणु के नमूने में गड़्ढे बनाए गए तथा जिसमें निश्चयी हुई तीसरी ? ये किन कोशों पर होने चाहिए ? इसकी कुछ चर्चा की गई थी।

चित्र शृङ्खला 17 (अ) में हाइड्रोजन, आक्सीजन, कार्बन व बन्दीनी के अनेकों यौगिकों के अणुओं के चित्र बनाए गए हैं। याद रहे कि लुबिधा के लिए ये एक छरानर पर दर्शाए गए हैं। बांग्लाध में ये विशिष्ट ज्यामितिक कोणों व तीनों आयाम संरचित होने हैं।

इन चित्रों में गड़्ढो की संख्या व तीनियों की दिशाओं पर ध्यान दो।

चित्र शृङ्खला 17 (ब) में ध्यान पूर्वक देखो,

हाइड्रोजन की संयोजकता 3 व 5 है (योग 3 + 5 = 8)

गन्धक की संयोजकता 2 व 6 है (योग 2 + 6 = 8)

कार्बोफोरम की संयोजकता 3 व 5 है (योग 3 + 5 = 8)

यदि तुम इनका योग 8 ही होने का कारण चित्र देखकर बूढ़ सकते हो ?

बाहरी तथा में इलेक्ट्रॉनों की संख्या 8 होने पर तत्त्व समायोजित किया गरी करे (अधिक तीनों की परमाणु संख्या देखो)।

यदि अन्य तत्त्व भी इसी तरह जाने में इलेक्ट्रॉनों की संख्या 8 करने का प्रयत्न करते हैं ?

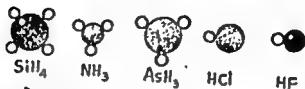
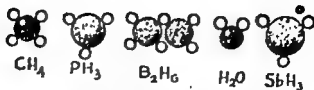
कार्बोफोरम अपने बाहरी तथा में तीन इलेक्ट्रॉन लेकर का इस बाहरी तथा के पांच। इलेक्ट्रॉन लेकर तीनों अवस्था प्राप्त करता है।

इसी प्रकार गन्धक 2 इलेक्ट्रॉन लेकर का 6 इलेक्ट्रॉन लेकर इस अवस्था का प्राप्त करने का प्रयत्न करती है।

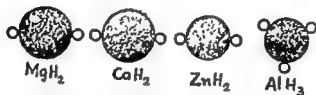
यह बीजे होता है ?

यदि इलेक्ट्रॉन विनियमन के जाने जाने है ? देखो चित्र शृङ्खला 17 (ब) के अनुसार इलेक्ट्रॉनों की सांठोदारी भी होती है।

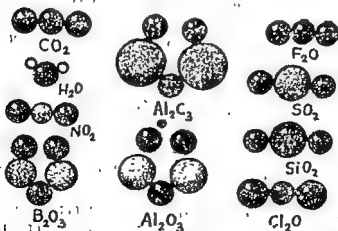
इलेक्ट्रॉनों के दो होने जाने पर कार्बोफोरम की विद्युत संतुल्यता गरी करने का प्रयत्न। तीनों अवस्था में आवेशित परमाणु का हम क्या नाम देने है ? इसके द्वारा संतुल्यता का प्रमाणन का प्रमाण मिलेगा ? यदि बनन का न होने के कारण के कारण कार्बोफोरम के इलेक्ट्रॉनों के संतुल्यता का प्रमाण अवस्था सांठोदारी के बिना में कुछ अनुमान लगाया जा सकता है ?



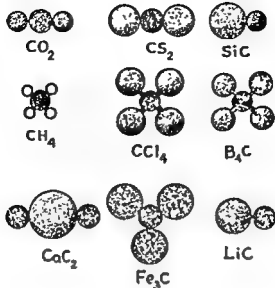
हाइड्रोजन धातुओं के साथ भी हाइड्राइड बनाती है, जैसे



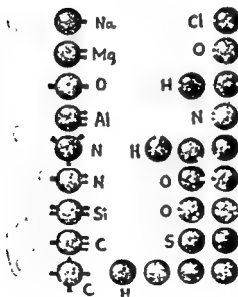
चित्र भूखला 17 (अ) — (1) हाइड्रोजन अधातुओं के साथ हाइड्राइड बनाती है।



चित्र भूखला 17 (अ) — (2) ऑक्सीजन लगभग प्रत्येक पदार्थ से संयोग करती है।



चित्र नृपत्ता 17 (अ) — (3) कार्बन अणुओं व  
घातुओं से संयोग करता है ।



चित्र नृपत्ता 17 (अ) — (4) कुछ  
दरम्यानो के कार्बनिक चित्र ।

नाइट्रस यौगिक



संयोजकता 3

नाइट्रिक यौगिक

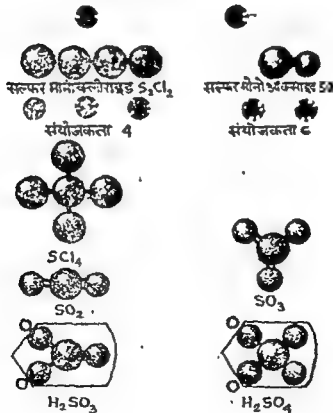


संयोजकता 5



चित्र शृंखला 17 (घ)—(1) नाइट्रोजन की संयोजकता 3 व 5 होती है ।

संयोजकता 2

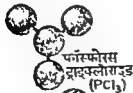


चित्र शृंखला 17 (घ)—(2) 'संयोजकता 2 व 6 होती है ।

फॉस्फोरस के यौगिक



संयोजकता 3



फॉस्फोरिक यौगिक

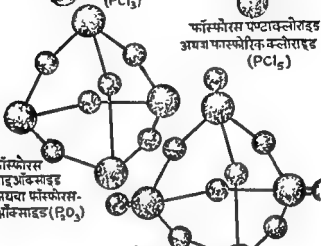


संयोजकता 5



फॉस्फोरस पेंटाक्लोराइड  
अथवा फॉस्फोरिक क्लोराइड  
( $\text{PCl}_5$ )

फॉस्फोरस  
ट्राइऑक्साइड  
अथवा फॉस्फोरस-  
ऑक्साइड ( $\text{P}_2\text{O}_3$ )



फॉस्फोरस  
पेंटाऑक्साइड अथवा  
फॉस्फोरस ऑक्साइड  
( $\text{P}_2\text{O}_5$ )



फॉस्फोरस अम्ल  
( $\text{H}_3\text{PO}_3$ )

ऑर्थोसल्फ्यूरिक  
अम्ल  
( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )



चित्र शृंखला 17 (ब) — (3) फॉस्फोरस की संयोजकता 3 व 5 होती है ।

प्रथम



आर्गन



कैल्शियम



अल्मीनियम



सिलिकॉन



सल्फर



ब्रोमीन



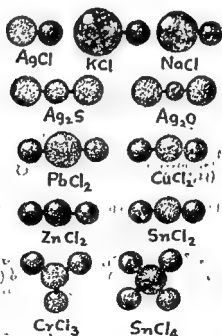
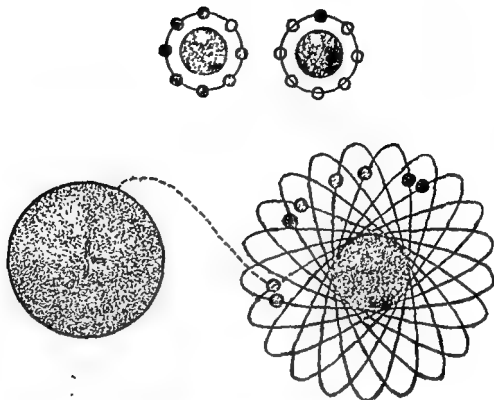
जिंक



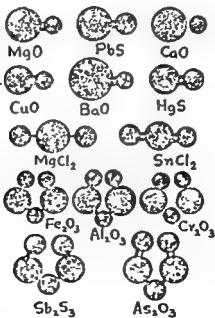
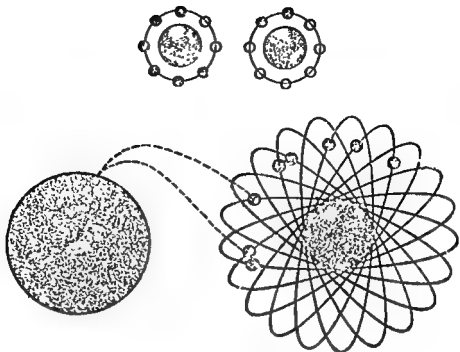
सोडियम

चित्र शृंखला 17 (स) — बाहरी कक्ष में इलेक्ट्रॉनों की संख्या 8 होने पर तब रासायनिक चिया नहीं करते ।

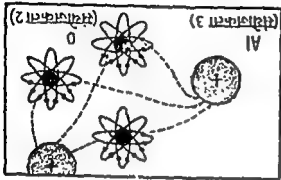




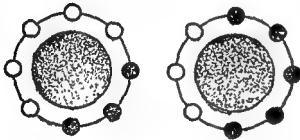
चित्र शृंखला 17 (ब) — (1) इलेक्ट्रॉनों का स्थानीकरण (एक इलेक्ट्रॉन)



चित्र शृंखला 17 (द)-(2) इलेक्ट्रॉन का स्थानांतरण (दो इलेक्ट्रॉन)



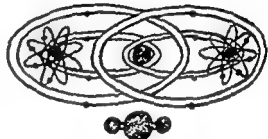
इलेक्ट्रॉनों का स्थानान्तरण



चित्र शृंखला 17 (घ) — (3) इलेक्ट्रॉनों का स्थानान्तरण (तीन इलेक्ट्रॉन)



कार्बन को इलेक्ट्रॉन लेना या देना कठिन है वह सहयोग से सहसंयोजक यौगिक बनाता है



चित्र शृंखला 17 (घ) — इलेक्ट्रॉनों की साझेदारी

## अम्ल, क्षारक (बेस) एवं लवण (Acids, Bases and Salts)

### 18.1 पदार्थों का लिटमस के प्रति विभिन्न व्यवहार

पदार्थों का साधारण अध्ययन करते समय हमने इस प्रकार के निरीक्षण किये हैं कि कुछ पदार्थ नीले लिटमस को (जो कि पौधों से प्राप्त एक रंगीन पदार्थ है) लाल रंग में बदल देते हैं और कुछ पदार्थ इस लाल रंग को वापस नीला कर देते हैं। ऑक्सीजन गैस की ऑक्सीकरण क्रिया का अध्ययन करते समय हम यह भी देख चुके हैं कि धातुओं एवं अधातुओं के ऑक्साइडों का जलीय विलयन लाल लिटमस को नीला व अधातुओं के ऑक्साइडों के विलयन नीले लिटमस को लाल कर देते हैं।

प्रस्तुत इकाई में इस प्रकार के व्यवहार को प्रदर्शित करने वाले अन्य कुछ पदार्थों का अध्ययन कर लिटमस के प्रति विशेष प्रकार के व्यवहार का मूल कारण पोंगे।

**प्रयोग—**सोडियम, पोटैशियम, गंधक, फॉस्फोरस व कार्बन को अलग-अलग उोगन चम्मच में अल्प मात्रा में लेकर ऑक्सीजन से भरे गैस जार में अथवा वायु में जलाओ। रासायनिक क्रिया के उपरान्त बनने वाले ठोस अथवा गैसीय पदार्थों को कुछ जल डालकर घोल लो। प्रत्येक विलयन को एक स्ट्रिप पर रखी गयी परछनतियों में परीक्षण के लिए रखो। प्रस्तुत प्रयोग में ऑक्सीकरण से प्राप्त यौगिकों के जलीय विलयनों का सारणी 18.1 के अनुसार परीक्षण करो।

**पदार्थों के लिए किये गये प्रयोगात्मक अध्ययन के परिणाम**

प्रथम वर्ग के यौगिक अम्ल (Acid) कहलाते हैं।

1. इनका स्वाद बहुत खट्टा होता है। एक बीकर को आधा पानी में भर कर 3-4 बूँद हाइड्रोक्लोरिक अम्ल भी डाल कर पानी की एक बुद को पश्या।
2. नीला लिटमस लाल करते हैं।
3. कुछ धातुओं से क्रिया कर हाइड्रोजन देने हैं। मुझे देखा कि धातु प्रायः प्रयोग में किया कर हाइड्रोजन देने हैं। यह हाइड्रोजन अम्लों में आता है और उनका यह अविभाज्य अंग है।
4. मिथाइन और ज के विलयन को गुलाबी कर देते हैं।
5. सोडियम कार्बोनेट व ब्याडकार्बोनेट में क्रिया कर कार्बन डाइऑक्साइड गैस देते हैं।

योगियों के नाम (अन्य विवरण)	साल विद्यमान	नीला विद्यमान	सोडियम वाइ- कार्बोनेट का घोल	धातु जस्ता	टिप्पणी
1. सोडियम ऑक्साइड	नीला हो जाता है	कोई प्रभाव नहीं	कोई प्रभाव नहीं	कोई प्रभाव नहीं	
2. पोटेशियम ऑक्साइड	नीला हो जाता है	कोई प्रभाव नहीं	कोई प्रभाव नहीं	कोई प्रभाव नहीं	
3. कपूर डाइऑक्साइड	कोई प्रभाव नहीं	लाय हो जाता है	गैस के बुलबुले निकलते हैं।	गैस के बुलबुले निकलते हैं।	सोडियम वाइकार्बोनेट से निकलने वाली गैस कार्बन डाइऑक्साइड है।
4. फॉस्फोरस ऑक्साइड	कोई प्रभाव नहीं	लाय हो जाता है	गैस के बुलबुले निकलते हैं।	गैस के बुलबुले निकलते हैं।	जस्ते से क्रिया अत्यन्त मन्द होती है।
5. कार्बन डाइऑक्साइड	कोई प्रभाव नहीं	लाय हो जाता है	गैस के बुलबुले निकलते हैं।	गैस के बुलबुले निकलते हैं।	जस्ते के प्रयोग से निकलने वाली गैस हाइड्रोजन है।

इस प्रकार हम देखते हैं कि उपर्युक्त प्रयोग के योगिकों को (अ) तथा (ब) दो श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है। प्रत्येक प्रकार के वर्ग में आने वाले योगिक केवल इतने ही नहीं होते हैं। इसके अतिरिक्त कई योगिक भी इन्हीं श्रेणियों में रखे जा सकते हैं। इस प्रकार के योगिकों का अध्ययन इस पन्ने भी कर चुके हैं। इन सभी योगिकों का सामूहिक रूप से किया गया प्रयोगात्मक अध्ययन एक सारणी में दर्शाया गया है।

सोडियम कार्बोनेट या सोडियम कार्बोनेट के साथ नीबू के रस, इमली के रस, गन्धक, अम्ल, आदि की क्रिया करवा कर बनने वाली गैस का परीक्षण करो।

उपरोक्त गुणों वाले यौगिकों को अम्ल कहते हैं।

द्वितीय वर्ग के यौगिक क्षारक (Base) कहलाते हैं।

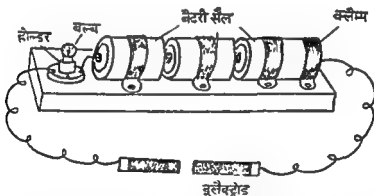
1. इनका स्वाद तीखा होता है।
2. इनका विनयन चिह्नना होता है।
3. मिथाइल ऑरेंज के विनयन को पीना व फिनोफ थैलीन के विनयन को गुलाबी करते हैं।
4. मान लिटमस को नीला करते हैं।

उपरोक्त गुणों वाले पदार्थों को हम बेस या क्षारक कहते हैं।

## 18.2 अम्ल एवं क्षारकों के विपरीत व्यवहार क्यों ?

अम्ल और क्षारकों के लिटमस पत्र, मिथाइल ऑरेंज, सोडियम कार्बोनेट, आदि के साथ किया व स्वाद तथा स्पर्श से भिन्नता का अनुभव तो बहुत पहले कर लिया गया था पर आखिर इन दो विभिन्न वर्गों के पदार्थों में यह भिन्नता क्यों है ? इसका उत्तर ढूँढ़ने का श्रेय मुख्यतः स्वीडन के एक विद्वानों को है।

स्वीडन में अर्हेनियस (Arrhenius) नामक एक बड़ा प्रतिभावान व जिज्ञासु विद्वानों था। उस समय वैज्ञानिकों ने यह निरीक्षण किया था कि आमृत जल विद्युत का संचालक नहीं है पर यदि



अ व

चित्र 18.1—पदार्थों की विद्युत परिचालकता जाचने का सरल उपकरण

पदार्थों की विद्युत परिचालकता की जाच के लिए एक सरल उपकरण इस प्रकार बनालो। टांच के दो सैलों की लम्बाई व चौड़ाई से थोड़े बड़े आकार का लकड़ी या मोटे रस्ते का टुकड़ा लेकर उस पर चित्र 18.1 के अनुसार एक टांच के बल्ब के होल्डर व बिजली के तार के टुकड़े लोहे या टीन की पत्ती काटकर लगाओ। जिस पदार्थ की परीक्षा करनी है उसे सिरों के बीच रखो। बल्ब के जलने ज्यवा न जलने के अनुसार प्रमाण परिचालकता व कुचालकता का निर्णय करो।

उममें हाइड्रोजनलोरिक अम्ल, कार्बोस्टिक सोडा, नमक, आदि कोई ऐसा पदार्थ मिला दें तो वह विद्युत का मुचालक हो जाता है। पर सब ही विलयशील पदार्थ आसुत जल को मुचालकता प्रदान नहीं करते हैं।

तुम भी कुछ प्रयोग करो। पहले बीकर में आसुत जल लो और भातूम करो कि यह विद्युत का मुचालक है या नहीं। फिर अलग-अलग बीकर में आसुत जल लेकर उनमें क्रमशः गन्धक वा अम्ल, सोडियम कार्बोनेट, शक्कर तथा नमक मिलाओ और इन घोलों की विद्युत चालकता का परीक्षण करो।

तुम देखोगे कि कुछ पदार्थ जल में विलय होने पर जल को विद्युत का मुचालक बना देते हैं। ऐसे पदार्थों को विद्युत अपघट्य कहते हैं। जो पदार्थ जल में विलय होने पर उमको विद्युत का मुचालक नहीं बनाते वे विद्युत अनपघट्य कहलाते हैं।

आर्हेनियस जब कालेज में अध्ययन ही कर रहे थे तब उनको मामूम हुआ कि स्वीडन के वैज्ञानिक ऐंम प्रन्नों ने उलझ रहे थे कि कुछ पदार्थ विद्युत अपघट्य और कुछ अनपघट्य क्यों होते हैं। उन्होंने निश्चय लिया कि यह इन प्रन्नों का हल ढूँढने में। उन्होंने विभिन्न पदार्थों के विलयन बना कर उनमें विद्युत प्रवाहित करने का प्रयत्न किया और अनवरत वह परिश्रम करते रहे। उन दिनों वह खाते-पीते, उठने-बैठने, सोते-जागते इन प्रन्नों पर ही मनन करते रहे और साध-साध प्रयोग भी। उनके लिए बाहरी जगत मानों था ही नहीं। एक रात वह देर तक बाम करते रहे। एषाएक उन्हें दम जटिल पहली वा हल मूझा। उन्होंने स्वयं लिखा है—“17 मई, 1883 की रात को मुझे इन प्रन्नों का हल मिल गया और फिर उस रात में सो नहीं पाया जब तक मैंने उन समस्याओं को पूरी तरह हल नहीं कर लिया।”

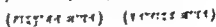
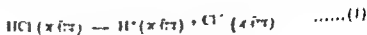
दूसरे दिन वह दोपने हुए अपने प्रोफेसर के पास गये। उन्होंने कहा कि उनके विचार में विद्युत अपघट्य द्वारा विद्युत संचालन का एक नया सिद्धान्त आया है। प्रोफेसर ने कहा “तुमको नया सिद्धान्त प्रस्तुत करना है? यह बहुत दिक्कत होगा? अच्छा, नमस्ते।”

पर आर्हेनियस इस व्यवहार में भी निरुत्साहित नहीं हुए और अपना कार्य करते रहे। अगले कुछ दिनों में विद्युत अपघट्य सिद्धान्त पर मोबेन पुरस्कार दिया गया। आर्हेनियस ने इस प्रकार अगले 15 सालों के जीवन का विद्युत संचालन को समझाया?

### अम्ल एवं क्षारक

183 वर्षों का योगियों के समूहों (अम्ल एवं क्षारक) का प्रयोगात्मक तथ्यों का इतिहास करने के लिए सबसे पहले वैज्ञानिक आर्हेनियस ने कुछ मान्यताएँ स्वीकृत कीं, किन्तु उन्होंने योगियों के विचारों का विद्युत अपघट्य एवं आधुनिक संश्लेषण द्वारा वास्तव में सिद्ध किया था। अम्ल एवं क्षारक के बारे में उनकी मान्यताएँ इस प्रकार हैं—

अम्ल अम्ल का विचार वास्तव में बताया है कि अम्लों के प्रयोग में हाइड्रोजन अणु H<sup>+</sup> विद्युत में संचालित हो जाता है। इसके साथ ही क्षारक अम्ल का क्या हुआ अम्ल प्रसार का क्या होता है?

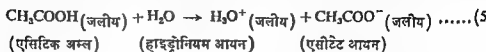




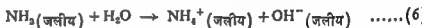


आर्हेनियस के इस रूपान्तरित सिद्धान्त से आयनीकरण क्रिया में जल की उपस्थिति का महत्त्व स्पष्ट हो जाता है। प्रयोगों द्वारा ज्ञात किया गया है कि हाइड्रोजन के आयन, प्रोटोन के आसपास जल के अणु चतुष्फलक बनाते हैं (चित्र 18.2)। (कार्वन परमाणु के चतुष्फलक से मिलाओ)।

आर्हेनियस के हाइड्रेटेड हाइड्रोजन आयन का सिद्धान्त मन्द अम्लों की क्रिया की निम्न प्रकार से स्पष्ट करता है। उदाहरण—एसिटिक अम्ल की जल के विलयन में क्रिया—



इसी प्रकार क्षार सम्बन्धी प्रथम माडल का भी आर्हेनियस ने विस्तार कर, अमोनिया जलीय विलयन की क्रिया निम्न प्रकार से स्पष्ट की है। इसमें भी जल के महत्त्व को स्पष्ट किया गया है।



समीकरण (5) में एसिटिक अम्ल के अणु का प्रोटोन निकल कर (हाइड्रोजन आयन) जल के अणु पर आ जाता है। इस प्रकार हम कह सकते हैं कि अम्ल वह यौगिक अथवा पदार्थ है जो अपने अणु में से प्रोटॉन को दूसरे कोई भी ग्रहण करने वाले यौगिक को दान कर देता है (Acid Donates Proton)।

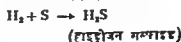
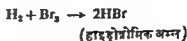
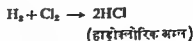
समीकरण (6) में अमोनिया का अणु जल से प्रोटोन ग्रहण करता है। अतः जल अम्ल हुआ। इसके विपरीत अमोनिया प्रोटोन ग्रहण करने के कारण क्षारक हुआ। इस प्रकार हम कह सकते हैं कि क्षारक वह यौगिक अथवा पदार्थ है जो किसी भी अणु अथवा पदार्थ से प्रोटोन ग्रहण करता है (Base Accepts Proton)। अतः अम्ल वह पदार्थ है जो रासायनिक क्रिया में प्रोटोन दान करता है एवं क्षारक वह पदार्थ है जो रासायनिक क्रिया में प्रोटोन ग्रहण करता है। इस प्रकार आयनीकरण की क्रिया अम्ल तथा क्षारक की क्रियाओं की स्पष्ट करने में सहायता करती है।

### अम्ल व क्षारक बनाने की विधियाँ

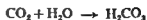
#### 18.5 अम्ल बनाने की विधियाँ

##### (1) संश्लेषण विधि

अत्यधिक ऋणावेशित (Electronegative) अघातविक (non-metal) तत्व हाइड्रोजन से सीधे संयोग द्वारा अम्ल बनाते हैं। जैसे—



(2) अम्लीय ऑक्साइड पर जल की क्रिया द्वारा



कार्बोनिक अम्ल



(सल्फ्यूरिक अम्ल)



(3) अघातविक बसोराइडो पर जल की क्रिया द्वारा भी अम्ल बनाते हैं



(फॉस्फोरम ट्राइक्लोराइड) (फॉस्फोरम अम्ल)



(फॉस्फोरम पेंटाक्लोराइड) (आर्थोफॉस्फोरिक अम्ल)

(4) वाष्पशील अम्लों के लवणों पर अवाष्पशील अम्लों की क्रिया से अम्ल बनाते हैं

वाष्पशील अम्ल (Volatile Acids) जिनका वज्यताक कम होता है। जैसे—HCl, HNO<sub>3</sub>,

अवाष्पशील अम्ल (Non-Volatile Acids) जिनका वज्यताक अधिक होता है। जैसे—H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>,

वाष्पशील अम्ल के लवण बसोराइड, नाइट्रेट, आदि हैं क्योंकि इनके मूल अम्ल जमग हाइड्रोक्लोरिक तथा नाइट्रिक अम्ल हैं। बसोराइड व नाइट्रेट लवणों पर सांद्र गरम पदार्थ के अम्ल की क्रिया से क्रमशः HCl व HNO<sub>3</sub> बनते हैं।



## 18.6 क्षारक (बेस) बनाने की विधियाँ

1. तीव्र विद्युत धनात्मक धातु को जल से क्रिया करवाकर सोडियम, पोटैशियम, कैल्शियम, आदि धातुएं जल से क्रिया करके क्षारक बनायीं हैं।



2. क्षारकीय (बेसिक) ऑक्साइड पर जल की क्रिया से क्षारक (बेस) बनते हैं। जैसे—



(सोडियम हाइड्रॉक्साइड)



(कैल्शियम हाइड्रॉक्साइड)

3. अवशेषन क्रिया द्वारा—पेरिक बसोराइड के विलयन पर सॉल्यूशन हाइड्रॉक्साइड की क्रिया करने से पेरिक हाइड्रॉक्साइड बेस प्राप्त होता है।



(पेरिक हाइड्रॉक्साइड)

## अम्लों का वर्गीकरण

## 18.7 अम्लों के उदाहरण

नाम	सूत्र
नमक का अम्ल	HCl
गंधक का अम्ल	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
शोरे का अम्ल	HNO <sub>3</sub>
फॉस्फोरिक अम्ल	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>
हाइड्रोसायनिक अम्ल	HCN

उपर्युक्त अम्लों का वर्गीकरण निम्न है :

- (1) क्लिन-क्लिन अम्लों में ऑक्सीजन नहीं है ?  
ऐसे अम्ल जिनमें ऑक्सीजन नहीं होती है, हाइड्रा-अम्ल (hydracids) कहलाते हैं।  
जैसे—HCl, HCN, H<sub>2</sub>S ।
- (2) ऐसे अम्ल जिनमें हाइड्रोजन के साथ ऑक्सीजन भी होती है वे ऑक्सी-अम्ल (Oxy-acids) कहलाते हैं। जैसे—HNO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH ।
- (3) गंधक के अम्ल में उपस्थित ऑक्सीजन के परमाणुओं में से एक परमाणु, गंधक के एक परमाणु द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया जाय तो बनने वाले यौगिक का सूत्र होगा H<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ।  
इस अम्ल का नाम थायोसल्फ्यूरिक अम्ल है। वह अम्ल जिनकी पूरी ऑक्सीजन या उसका कुछ भाग गंधक द्वारा प्रतिस्थापित कर दिया गया हो थायो-अम्ल (Thio-acids) कहलाते हैं। जैसे—



(सायनिक अम्ल) (थायोसायनिक अम्ल)

## 18.8 क्षार

क्षार (Alkali) धातुओं के भस्म (Oxide) होते हैं जो जल में विलेय होते हैं। यदि भस्म जल में विलेय नहीं होते (जैसे CuO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, आदि) तो उन्हें क्षारक (Base) कहते हैं। इस प्रकार सभी क्षार क्षारक होते हैं पर सभी क्षारक क्षार नहीं होते।

उदाहरण

कुछ भस्म जो क्षार भी हैं—

सोडियम ऑक्साइड, पोटेशियम ऑक्साइड, कैल्शियम ऑक्साइड, सोडियम हाइड्रॉक्साइड, पोटेशियम हाइड्रॉक्साइड ।

कुछ भस्म जो क्षार नहीं हैं (परन्तु क्षारक हैं)—

जिंक ऑक्साइड, एल्यूमिनियम ऑक्साइड, आयरन ऑक्साइड ।

## 18.9 उदासीनीकरण (Neutralization)

जल वृत्त वम अम्ल में अपने आयन  $H^+$  व  $OH^-$  में विघटित होता है। यह इन अवयवों  $H^+$  और  $OH^-$  में आपस में मिलने की प्रवृत्ति (Affinity) अधिक अम्ल में है यह प्रदर्शित करता है। अतः  $H^+$  व  $OH^-$  युक्त विभिन्न यौगिक आपस में शीघ्र क्रिया कर जल बना लेते हैं। यह क्रिया उदासीनीकरण कहलाती है। वह अम्ल व क्षारक की विशेष क्रिया है।



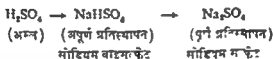
**प्रयोग—**हाइड्रोक्लोरिक अम्ल व कार्बेटिक सोडा विलयन की प्रतिक्रिया का प्रदर्शन करने के लिए ब्यूरेट में कार्बेटिक सोडा विलयन व तिकोन पत्रास्क में पिपेट द्वारा 25 मिली. विलयन लेकर उगमे एक बूंद फिनोल्फथेनोन मिलाओ। धीरे-धीरे ब्यूरेट से कार्बेटिक सोडा का हाइड्रोक्लोरिक अम्ल का विलयन तिकोन पत्रास्क में डालो व हिलाओ। यह क्रिया उम समय तक करो जब तक कि एक बूंद कार्बेटिक सोडा विलयन में, रगहीन विलयन का रंग, स्थायी रंग के गुलाबी यह रंग में परिवर्तित न हो जाय। विलयन का वाष्पन कर अवशेष ठोम पदार्थ प्राप्त करो।

स्वाद व नीले लिटमस व लाल लिटमस पर प्रभाव परीक्षण के आधार पर मालूम होगा कि पदार्थ नमकीन है और लिटमस के प्रति उदासीन है।

अम्ल व क्षारक की प्रतिक्रिया में प्राप्त पदार्थ को लवण कहते हैं (चित्र 18.3)।



भस्म के घनालय व अम्ल के ऋणालय के संयोग में बनने वाला यौगिक लवण कहलाता है। वे सभी यौगिक जो किसी अम्ल के हाइड्रोजन परमाणुओं के किसी धातु मूलक या धातु की तरह व्यवहार करने वाले मूलक के पूर्ण या अपूर्ण प्रतिस्थापन के फलस्वरूप बनते हैं, लवण कहलाते हैं। जैसे—



## 18.10 लवण बनाने की सामान्य विधियाँ

(1) अम्ल व भस्म के उदासीनीकरण से—



(2) धातु पर अम्ल की क्रिया द्वारा



सूचकाक्षर	अम्ल	उदाहरण
नाइट्रेट	नाइट्रिक अम्ल ( $\text{HNO}_3$ )	सिल्वर नाइट्रेट ( $\text{AgNO}_3$ )
सल्फेट	सल्फ्यूरिक अम्ल ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ )	कॉपर सल्फेट ( $\text{CuSO}_4$ )
फॉस्फेट	फॉस्फोरिक अम्ल ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ )	ट्राइसोडियम फॉस्फेट ( $\text{Na}_3\text{PO}_4$ )
कार्बोनेट	कार्बोनिक अम्ल ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ )	ज़िंक कार्बोनेट ( $\text{ZnCO}_3$ )
नाइट्राइट	नाइट्रस अम्ल ( $\text{HNO}_2$ )	पोटेशियम नाइट्राइट ( $\text{KNO}_2$ )
सल्फाइड	सल्फ्यूरस अम्ल ( $\text{H}_2\text{S}$ )	बेरियम सल्फाइड ( $\text{BaSO}_3$ )
क्लोराइड	हाइड्रोक्लोरिक अम्ल ( $\text{HCl}$ )	कैल्सियम क्लोराइड ( $\text{CaCl}_2$ )
ब्रोमाइड	हाइड्रोब्रोमिक अम्ल ( $\text{HBr}$ )	सिल्वर ब्रोमाइड ( $\text{AgBr}$ )
सल्फाइड	हाइड्रोसल्फ्यूरिक अम्ल ( $\text{H}_2\text{S}$ )	लेड सल्फाइड ( $\text{PbS}$ )
सायनाइड	हाइड्रोसयनिक अम्ल ( $\text{HCN}$ )	पोटेशियम सायनाइड ( $\text{KCN}$ )

(3) कार्बनिक व अकार्बनिक ऑक्साइड के संयोग में—



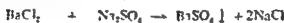
(4) धातु व अधातु के संयोग में—



(5) दो लवणों के द्वाय विच्छेदन (Double Decomposition) क्रिया में—



विच्छेदन                      विच्छेदन



विच्छेदन                      विच्छेदन

### 18.11 लवणों का वर्गीकरण

लवणों को, उनके विभिन्न गुणों के आधार पर निम्न वर्गों में वर्गीकृत कर सकते हैं

(1) सामान्य लवण (Normal Salt)

अम्ल के प्रतिस्थापनीय हाइड्रोजन के परमाणुओं के प्रतिस्थापन से बनने वाले लवण सामान्य लवण कहलाते हैं—



अम्ल                      लवण

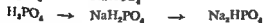
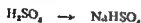


इन लवणों का व्यवहार साधारण लवण के प्रति उदासीन होता है पर कुछ सामान्य लवणों के जन में विद्यमान अम्ल अथवा क्षार की तरह भी व्यवहार करते हैं। सोडियम कार्बोनेट को जन में घोल कर लिटमस के प्रनि व्यवहार देखो। इसी प्रकार कैल्शियम क्लोराइड अथवा अमोनियम क्लोराइड के जलीय विलयन की नीचे लिटमस से त्रिया देखो।

(2) अम्लीय लवण (Acid Salt)

विभी अम्ल के कुछ प्रतिस्थापनीय हाइड्रोजन परमाणुओं के प्रतिस्थापन से बनने वाले लवण अम्लीय लवण कहलाते हैं।

उदाहरणार्थ—



अम्ल

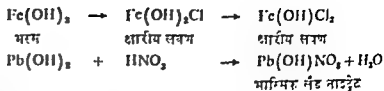
अम्लीय लवण

अम्लीय लवण

(3) क्षारीय लवण (Basic Salt)

विभी अम्ल द्वारा अम्ल के अपूर्ण उदासीनीकरण द्वारा भास्मिक लवण बनते हैं।

उदाहरणार्थ—



#### (4) मिश्रित लवण (Mixed Salt)

दस वर्ग के लवणों में एक में अधिक भाम्मिक मूलक होते हैं।

जैसे— $\text{NaKSO}_4$  सोडियम पोटैशियम सल्फेट।

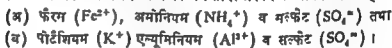
#### (5) द्वुगुण लवण (Double Salt)

द्वुगुण लवणों में दो प्रकार के सामान्य लवण अणु (Normal Salt) किसी विशेष में मिले रहते हैं।

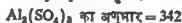
उदाहरणार्थ—



इन लवणों को जल में विलय करने पर तीनों प्रकार के आयन मिलते हैं जैसे—



प्रयोगशाला में फिटकरी के रथे बनना



17.4 ग्राम शुद्ध  $\text{K}_2\text{SO}_4$  तथा 34.2 ग्राम शुद्ध  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  लेकर उनका जलीय विलयन लेते हैं। जलीय विलयनों को मिलाकर विलयनों का वाष्पन द्वारा सांद्रण कर, फिटकरी के प्राप्त करते हैं। फिटकरी का जलीय विलयन  $\text{K}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$  तथा  $\text{SO}_4^{2-}$  सभी आयनों का पर देता है।

#### (6) जटिल लवण (Complex Salt)

ये युग्म लवणों की तरह ही होते हैं पर विलयन में इनका व्यवहार भिन्न होता है।

उदाहरणार्थ—

पोटैशियम फॅरोसाइनाइड  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ । यह विलयन में  $\text{Fe}^{2+}$  का परीक्षण नहीं है। इसी प्रकार क्यूप्रामोनियम सल्फेट  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]\text{SO}_4$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  का परीक्षण नहीं देता।  
[ ] कोष्ठक जटिल लवण को लिखने के काम में लिये जाते हैं।

### 18.12 अम्ल की क्षारकता (Basicity of Acid)

अम्ल के एक अणु में उपस्थित प्रतिस्थापनीय हाइड्रोजन परमाणु की संख्या को अम्ल क्षारकता कहते हैं। (देखो सारणी 18.2)।

अम्ल का नाम	सूत्र	प्रतिआम्लीय हाइड्रोजन परमाणु की संख्या व आयनीकरण	धारकता	काले तारे तमामों की गणना व नाम
नमक अम्ल	HCl	एक $HCl \rightleftharpoons H^+ + Cl^-$	एक	एक—जोटाइड
नोरे का अम्ल	HNO <sub>3</sub>	एक $HNO_3 \rightleftharpoons H^+ + HNO_2^-$	एक	एक—जोटाइड
एलिटिक अम्ल	CH <sub>3</sub> COOH	एक $CH_3COOH \rightleftharpoons H^+ + CH_3COO^-$	एक	एक—जोटाइड
गुधक का अम्ल	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	दो $H_2SO_4 \rightleftharpoons H^+ + HSO_4^-$ $HSO_4^- \rightleftharpoons H^+ + SO_4^{2-}$	दो	दो—जोटाइड व गान्तेड
कार्बोनिक अम्ल	H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	दो $H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{2-}$ $H_2SO_4 \rightleftharpoons 2H^+ + SO_4^{2-}$ $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$ $HCO_3^- \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{2-}$	दो	दो—जोटाइड व कार्बोनिट
फॉस्फोरिक अम्ल	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	तीन $H_3CO_3 \rightleftharpoons 2H^+ + CO_3^{2-}$ $H_3PO_4 \rightleftharpoons H^+ + H_2PO_4^-$ $H_2PO_4^- \rightleftharpoons H^+ + HPO_4^{2-}$ $HPO_4^{2-} \rightleftharpoons H^+ + PO_4^{3-}$ $H_3PO_4 \rightleftharpoons 3H^+ + PO_4^{3-}$	तीन	तीन—जोटाइड व कार्बोनिट, जोटाइड व कार्बोनिट व कार्बोनिट

किसी अम्ल की धारकता, उसके अनुभार व गुल्य धार से निम्न सम्बन्ध होता है

$$\text{अम्ल की धारकता} = \frac{\text{अम्ल का अनुभार}}{\text{अम्ल का गुल्य धार}}$$



### 18.13 क्षारक (बेस) की अम्लता (Acidity of Base)

किसी क्षार की (यदि वह हाइड्रॉक्साइड है) अम्लता उस के एक अणु में उपस्थित, द्वारा प्रतिस्थापित हो सकने वाले हाइड्रॉक्सिल ( $\text{OH}^-$ ) मूलकों की संख्या को कहते हैं।  
उदाहरणार्थ—

$\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  की अम्लता एक है।

$\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  की अम्लता दो है।

$\text{Al}(\text{OH})_3$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  की अम्लता तीन है।

अगर क्षारक ऑक्साइड है तो उसकी अम्लता किसी एक क्षारक अम्ल (Monobasic Acid जैसे— $\text{HCl}$ ) के अणुओं की उस संख्या को कहते हैं जिसे उस क्षारक का एक अणु उदासीन करता है।

$\text{CaO}$  द्विअम्लीय है क्योंकि इसका एक अणु  $\text{HCl}$  के दो अणुओं को उदासीन करता है।



किसी क्षार की अम्लता, उसके अणुभार व तुल्य भार में निम्न सम्बन्ध है :

$$\text{अम्ल की अम्लता} = \frac{\text{अम्ल का अणुभार}}{\text{अम्ल का तुल्य भार}}$$

### पुनरावलोकन

धातुओं के ऑक्साइड्स (सोडियम, पोटैशियम, बेरियम, स्ट्रॉन्शियम, कैल्शियम, मैग्नीशियम) का जलीय विलयन लाल लिटमस के जलीय विलयन को नीला बना देता है। यह ऑक्साइड क्षारक कहलाते हैं। इनमें से कुछ ऑक्साइड जल में पूर्ण विलेय होते हैं जिन्हें क्षार कहते हैं (सोडियम, पोटैशियम)। अधातुओं के ऑक्साइड (गन्धक, फॉस्फोरस, क्लोरीन, नाइट्रोजन, कार्बन) का जलीय विलयन नीले लिटमस के जलीय विलयन को लाल कर देता है। इन ऑक्साइड का जलीय विलयन अम्ल कहलाता है।

प्रयोगों तथा प्रेक्षणों द्वारा ज्ञात हुआ है कि सभी अम्ल जलीय विलयन में हाइड्रोजन आयन छोड़ते हैं जिसको धातु से किया कराने पर विस्थापित किया जाता है। वैज्ञानिकों के मतानुसार अम्लों के सभी गुणों को इसी उभयनिष्ठ आयन द्वारा समझाया जाता है। अम्ल जैविक (कार्बोनिक) (जैसे, ऑर्जेलिक, टारटारिक, साइट्रिक, स्टीयरिक, पामिटिक) तथा अजैविक (खनिज) अकार्बनिक (जैसे, हाइड्रोक्लोरिक, नाइट्रिक, सल्फ्यूरिक) होते हैं। अम्ल हाइड्रोजन एवं ऑक्सीजन तत्व की उपस्थिति के अनुसार हाइड्रो-अम्ल तथा आक्सी-अम्ल दो भागों में विभक्त किया जाता है। अम्ल के अणु में उपस्थित हाइड्रोजन आयन की संख्या जो जलीय विलयन में छूट जाते हैं, माप्यता कहलाती है।

इसी प्रकार प्रयोगों तथा प्रेक्षणों द्वारा ज्ञात किया गया है कि सभी क्षारों के जलीय विलयनों में हाइड्रॉक्सिल आयन होते हैं। क्षारों के सभी गुण इन्हीं आयनों के कारण होते हैं। अम्ल तथा क्षारों

की प्रदर्शित अभिन्रियाओं का स्पष्टीकरण आर्हेनियस, बोस्टेड एवं लोरी के द्वारा प्रस्तावित प्रति-  
रूपों से किया जाता है।

अम्ल तथा क्षारों की अभिन्रिया से लवण व जल प्राप्त होते हैं। अम्ल तथा क्षार त्रियाओं में एक दूसरे के प्रतिद्वन्द्वी होते हैं। लवण अम्लीय, क्षारीय, उदासीन तीनों प्रकार के होते हैं। अणु रचनाओं के आधार पर लवण सरल, जटिल युग्म प्रकार के होते हैं। आम्निक् ऑक्साइड तथा भास्मिक ऑक्साइड की क्रिया करवाने पर लवण प्राप्त होते हैं। विभिन्न अम्ल, लवण व क्षार हमारे दैनिक अथवा औद्योगिक जीवन के प्रमुख अंग हैं।

### अभ्ययन प्रश्न

1. किन्हीं दो अम्लों के उदाहरण दो जिनको—  
(अ) तत्त्वों द्वारा संश्लेषित किया जाता है।  
(ब) सान्द्र अम्लों द्वारा प्राप्त किया जाता है।  
(स) धातुओं की ऑक्साइड द्वारा प्राप्त किया जाता है।  
(द) कॉल्फोरस की ऑक्साइड द्वारा प्राप्त किया जाता है।  
सभी क्रियाओं के रासायनिक समीकरण भी लिखो।
2. निम्न प्रकार की एक-एक रासायनिक समीकरणों का उदाहरण दो  
(अ) धात्विक ऑक्साइड + अम्ल = लवण + जल  
(ब) धात्विक ऑक्साइड + अधात्विक ऑक्साइड = लवण  
(स) लवण + जल = अम्ल + क्षार  
(द) क्षार + अम्ल = लवण + जल
3. प्रयोगों द्वारा निम्न तथ्यों को किस प्रकार सिद्ध करेंगे ?  
(अ) अम्लों के अम्लीय विलयन में हाइड्रोजन आयन होने हैं।  
(ब) सभी क्षारों के जलीय विलयन में हाइड्रोक्सिल आयन होने हैं।  
(स) कुछ लवण केवल भास्मिक होते हैं।  
(द) कुछ लवण केवल आम्निक् होते हैं।
4. अम्लों की भास्मिकता से तुम क्या समझते हो ? क्या भास्मिकता का मान किसी अम्ल में एक से अधिक हो सकता है ? उदाहरण देकर समझाओ।
5. क्षार की अम्लीयता क्या होती है ? निम्न क्षारों की अम्लीयता का मान बताओ  
 $\text{NaOH}$ ,  $\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{Fe(OH)}_3$
6. गुन लवण एवं जटिल लवणों के उदाहरण देने हुए अन्तर स्पष्ट करो। लवणों के मुख्य मुख्य उपयोग भी लिखो।

### रोचक प्रयोग, प्रयोगशाला विधाएँ, प्रयोजनार्थ

1. पत्तों की अलग मात्रा जल में कुचलो। जलीय विलयन को छानिय कर स्वच्छ लिम्बन को रिनेफोर्मेसन अथवा लिटमस में आब करो तथा अनुमानित अम्लों की संख्या पर अधिक क्षारक या आम्निक् होता है।
2. एक स्वच्छ नींबू का रस निबाल कर स्वच्छ जलों विलयन तैयार करो। रसोपस्थित

### 18.13 क्षारक (बेस) की अम्लता (Acidity of Base)

किसी क्षार की (जैसे  $\text{NaOH}$  या  $\text{NH}_4\text{OH}$  है) अम्लता उस के द्वारा प्रतिस्थापित हो सकने वाले हाइड्रोजन ( $\text{OH}^-$ ) ध्रुवकों की संख्या को दर्शाता है—

$\text{KOH}$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{NH}_4\text{OH}$  की अम्लता एक है।

$\text{Ca(OH)}_2$ ,  $\text{Ba(OH)}_2$  की अम्लता दो है।

$\text{Al(OH)}_3$ ,  $\text{Fe(OH)}_3$  की अम्लता तीन है।

अगर क्षारक अम्लगन्ध है तो उसकी अम्लता किसी एक जैसा— $\text{HCl}$ ) के अणुओं की उस घटना को बतले है जिसे बतलाता है।

$\text{CaO}$  द्विअम्लीय है क्योंकि इसका एक अणु  $\text{HCl}$  के दो



किसी क्षार की अम्लता, उसके अणुमान व मुख्य भाग

$$\text{अम्ल की अम्लता} = \frac{\text{अणु}}{\text{अम्ल}}$$

### पुनरायन

धातुओं के ऑक्साइड्स (सोडियम, पोटैशियम) का जलीय विलयन सानिद्रिय के जलीय क्षारक कहलाते हैं। इनमें से कुछ ऑक्साइड्स (सोडियम, पोटैशियम)। अधातुओं के ऑक्साइड्स का जलीय विलयन नीचे निम्न के जलीय विलयन अम्ल कहलाते हैं।

प्रयोगों तथा प्रेशनों द्वारा जाना जाता है जिसको धातु से किया गया अम्लों के सभी गुणों को इसी उद्देश्य (जैसे, ऑक्सीजनिक, टारटारिक, सल्फ्यूरिक) (जैसे, हाइड्रोक्लोरिक, नाइट्रिक) स्थिति के अनुसार हाइड्रो-अम्ल में उपस्थित हाइड्रोजन आ कहलाती है।

इसी

में है।

- (3) अमोनिया लवणों से क्षारीय गैस निकालते हैं।  
 (4) अम्लों को उदासीन करके क्षारक व लवण बनाते हैं।  
 (5) पसीज जाते हैं।

निम्न में से कौनसी विकल्पनाएं सत्य हैं :

- (अ) पाक्षी।  
 (ब) पहली चार।  
 (स) केवल 2, 3 व 4।  
 (द) केवल 1, 3 व 4।  
 (इ) इनमें से कोई भी नहीं।

( )

4 वह अम्ल प्रबल है जो

- (अ) अत्यधिक सक्षारक है।  
 (ब) लैंड व कॉपर से तीव्र गति से क्रिया करे।  
 (स) जलीय विलयन में लगभग पूर्ण आयनित हो जावे।  
 (द) साम्द्र विलयन में हो।  
 (इ) जिसमें हाइड्रोजन (भार में) की प्रतिशत मात्रा अधिक हो।

( )

5 निम्नलिखित में कौनसे अम्ल लवण हैं।

- (1)  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (2)  $\text{NaHSO}_4$   
 (3)  $\text{CH}_3\text{COONa}$  (4)  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$   
 (5) सोडियम हाइड्रोजन सल्फाइड

- (अ) 1 के अतिरिक्त सारे।  
 (ब) 1 व 5 के अतिरिक्त सारे।  
 (स) 2, 4 व 5।  
 (द) वह सारे जिनमें हाइड्रोजन है।  
 (इ) वह जो लिटमस से क्रिया करते हैं।

( )

6 वह असत्य है कि

- (अ) क्षारीय ऑक्साइड नीले लाल लिटमस को नीला करता है।  
 (ब) अम्लीय ऑक्साइड नीले नीले लिटमस को लाल करता है।  
 (स) गरम तनु नाइट्रिक अम्ल अधिकांश क्षारीय ऑक्साइड को विघटन कर लेता है।  
 (द) गरम कॉस्टिक सोडा विलयन उष्मयधर्मी ऑक्साइड में क्रिया करता है।  
 (इ) लैंड और एल्यूमिनियम के हाइड्रॉक्साइड उष्मयधर्मी होते हैं।

7 अम्लीय लवण अम्ल से भिन्न होता है क्योंकि

- (अ) उसमें एक अम्लीय मूलक होता है और हाइड्रोजन।  
 (ब) अम्लीय विलयन नहीं बनाता।  
 (स) हाइड्रोजन के अनिश्चित और आदन बनाता है।  
 (द) केवल एक नहीं बल्कि दो धनानु बनाना है।  
 (इ) धातु में क्रिया करने हाइड्रोजन गैस नहीं बना सकता।

( )

[उत्तर: 1. (द) 2 (ग) 3 (ई) 4 (स) 5 (अ) 6 (अ) 7 (इ)]

## दैनिक जीवन में रसायन का महत्त्व

**19.1** विभिन्न प्रविधियों द्वारा मनुष्य ने प्राकृतिक पदार्थों से ऐसी वस्तुएं प्राप्त की हैं जो पहले विद्यमान नहीं थी। प्रयोगशाला में रसायनज्ञ की छोटी सी परखनली में होने वाली रासायनिक अभिक्रिया में प्राप्त उत्पादकों को विभिन्न प्रविधियों द्वारा औद्योगिक माप पर निर्माण कर ऐसी वस्तुएं बनाई गई हैं जिनके लिए मानव सदैव के लिए रसायनों का इतना रहेगा। जल, लवण, घसा, तेल, लकड़ी, कोयला, ईंधन, खनिज, आदि से रासायनिक प्रक्रिया द्वारा जो पदार्थ निर्माण किए गए हैं उनसे मनुष्य रहने के लिए मकान, पहनने के लिए कपड़े, खाने के लिए भोजन, रोगों से बचने और उपचार के लिए औषधियां जैसी लाभदायक वस्तुएं बना लेता है। प्लास्टिक से बने वाहनों मनुष्य के हृदय में प्राकृतिक वाहनों के स्थान पर लगाए गए हैं।

ऐसी वस्तुओं की सख्या बहुत अधिक थी जिनके निर्माण का आधार रासायनिक अभिक्रिया है। यहां केवल उन कुछ ही वस्तुओं का अध्ययन किया जाएगा जो हमारे दैनिक जीवन में बहुत महत्त्व की हैं और रासायनिक अभिक्रिया द्वारा औद्योगिक माप पर निर्माण की जाती हैं।

कुछ प्राकृतिक पदार्थों में रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा इच्छा और आवश्यकतानुसार विशेष गुणों को भी निवेशित किया जा सकता है। कौस्टिक सोडा तथा तेलों में प्राप्त साबुन के गुण सर्वथा भिन्न होते हैं। यद्यपि साबुन तेल से बनता है फिर भी उससे चिकनाई नष्ट हो जाती है। बिना बुझे चूने और रेत को मिलाकर ईंट या पत्थर जोड़ने और पल्लस्तार चढ़ाने का पारा बनाया जाता है। बिना बुझे चूने और रेत को लगभग  $1200^{\circ}$  से. तक गर्म करने तथा कुछ एक-दो अन्य पदार्थ मिलाकर सीमेंट बनायी जाती है। सीमेंट के निर्मित भवन इतने सुदृढ़ होते हैं कि उन पर कितनी ही भजिलें बनाई जा सकती हैं।

### साबुन

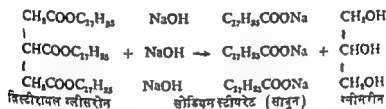
**19.2** चिकनाई से प्राप्त रसायन चिकनाई को कपड़े से हटा देता है। रासायनिक दृष्टि से साबुन क्या है ?

रासायनिक दृष्टि से साबुन को समझ लेने के लिए यह अति आवश्यक हो जाता है कि हम यह जानो कि साबुन किन रासायनिक पदार्थों को मिलाकर बनाया जाता है। किसी भी प्रकार का

साबुन बनाने के लिए प्रायः दो पदार्थों की आवश्यकता होती है। कास्टिक सोडा अथवा कास्टिक पोटाश के जलीय विलयन में तेज ढालकर हिनाने से रासायनिक क्रिया होती है। इससे गाढ़ा-गाढ़ा द्रव हो जाता है। यही द्रव सुखाने के बाद साबुन बन जाता है।

वनस्पति तेल\* रासायनिक रचना के अनुसार त्रिस्टीरायन ग्लिसरीन होता है। इसमें कास्टिक सोडा का जलीय विलयन मिलाने पर रासायनिक क्रिया के परिणाम स्वरूप त्रिस्टीरायन ग्लिसरीन का जलीयकरण हो जाता है। सोडियम स्टीयरेट अवशेष के रूप में आ जाता है और त्रिस्टीरायन ग्लिसरीन में से ग्लिसरीन बाहर निकल जाता है। सोडियम स्टीयरेट साबुन का प्रमुख अणु होता है। यह सम्पूर्ण क्रिया साबुनीकरण कहलाती है। इसका रासायनिक समीकरण निम्न प्रकार से लिखते हैं।

साबुनीकरण की क्रिया



चित्र 19.1—साबुन (सोडियम स्टीयरेट) का अणु

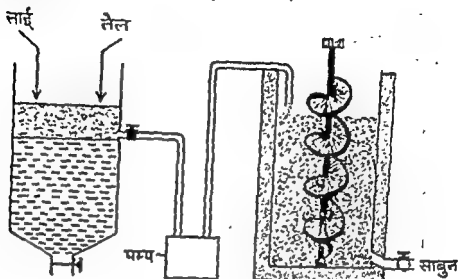
साबुन (सोडियम स्टीयरेट) का अणु (चित्र 19.1) विभिन्न प्रकार के बने साबुन सम्बंधित जानकारी सारणी 19.1 में अंकित है।

सारणी 19.1

क्रम	साबुन में उपस्थित धातु	साबुन का रासायनिक नाम	साबुन का रासायनिक सूत्र	साबुन के प्रकार	उपयोग
1.	सोडियम	सोडियम स्टीयरेट	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COONa}$	बटोर	कपड़े धोने, हाथ धोना
2.	पोटेशियम	पोटेशियम स्टीयरेट	$\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOK}$	मुखाभ्युषण	द्रव साबुन, दूध साबुन, बालों के साबुन
3.	जिंक	जिंक स्टीयरेट	$(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_2\text{Zn}$	अभूषण	मुद्रा, चमड़ा, कपड़े
4.	एल्युमिनियम	एल्युमिनियम स्टीयरेट	$(\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO})_3\text{Al}$	अभूषण	चमड़ा, कपड़े

\* तिल, कार्पस, मूलावली, तिल, अजर्सी के साथ बिन्दे बने तेल उपर्युक्त हैं।

सारणी 19.1 में बताये गये अम्लों के अतिरिक्त और भी कार्बनिक अम्ल साबुन बनाने के काम आते हैं। कार्बनिक अम्ल वनस्पति तथा जन्तुओं से प्राप्त अम्ल होते हैं। यह अम्ल अपने-अपने स्रोत में ऐस्टर के रूप में उपस्थित रहते हैं (सारणी 19.2)।



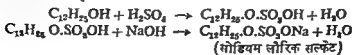
चित्र 19.2—साबुन बनाना (गर्म विधि)

सारणी 19.2

क्रम	कार्बनिक अम्ल	अम्ल का सूत्र	अम्ल का प्राकृतिक स्रोत
1.	स्टेयरिक	$C_{21}H_{44}COOH$	बकरी की घर्बी
2.	पामिटिक	$C_{25}H_{50}COOH$	ताड़ का तेल
3.	ओलिक	$C_{17}H_{34}COOH$	जंतून तथा बिनोले का तेल
4.	लौरिक	$C_{11}H_{22}COOH$	नारियल का तेल
5.	मिरिस्टिक	$C_{13}H_{26}COOH$	नारियल का तेल

### 19.3 क्या साबुन के अलावा अन्य रसायन भी सफाई करने के काम आते हैं ?

अपमार्जक जन तथा साधारण साबुन के अलावा वैज्ञानिकों ने और भी रासायनिक पदार्थ तैयार कर लिये हैं। इनकी संरचना साबुन के अणुओं से भिन्न होती है इसकी रचना के लिए धसीय एल्कोहल—जैसे, लौरिल एल्कोहॉल ( $C_{12}H_{25}OH$ ) तथा सान्द्र मंशक के अम्ल को मिलाकर पहले आम्भिक ऐस्टर बनाया जाता है जिसको सोडियम हाइड्रॉक्साइड के जलीय घोल से उदासीन किया जाता है। बनने वाले रासायनिक पदार्थ का नाम सोडियम लौरिक सल्फेट होता है। रासायनिक समीकरण नीचे दी गई है—



## 19.4 साबुन सफाई कैसे करता है ?

मादारी में साबुन के सूत्रों तथा सोडियम स्टीयरेट की अणु रचना को देखने से स्पष्ट हो जाता है कि प्रत्येक दो भागों का बना होता है। पहला भाग जो सोडियम धातु के आधन में मिला हुआ है  $(-COONa)$  तथा दूसरा जो कि कार्बन के क्रमबद्ध परमाणुओं की शृंखला बनाता है  $[CH_2(CH_2)_{16}]$ ।

रसायनज्ञों ने काफी गहन अध्ययन करने के बाद यह जानकारी प्राप्त की है कि प्रथम भाग पानी में तथा द्वितीय भाग चिकनाई वगैरह में घुलनशील रहता है। जब साबुन को जल में घोला जाता है तब यह भाग चिकनाई में घुलकर जल में कोलाइडो कणों (Colloidal Particles) के रूप में जल में आ जाता है। इस वजह से चिकनाई दूर हो जाती है (देखिये चित्र 19.1)

इस प्रकार में प्राप्त रसायन अपमार्जक (Detergents) कहलाते हैं। इनकी विवेचना इस प्रकार है—

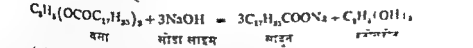
- (1) एक हल्का तथा भारी पानी दोनों में सफाई का कार्य करते हैं।
  - (2) जल में घुलकर हाइड्रॉक्सीमिल आयन  $(OH^-)$  नहीं देते हैं। जल किसी भी प्रकार के घासे पर प्रभाव नहीं होता है।
  - (3) यह सफाई करने वाले सतह पर जल में अधिक फैलने तथा प्रभाव डालने हैं।
- प्रयोगशाला में बर्तन के उपकरण तथा घरो पर फर्श, आदि साफ करने के लिए उपयोगी अपमार्जक टीपोल (Teepol) है। यह B.D.H. कम्पनी का बनाया हुआ है। उसकी अधिक जानकारी प्राप्त करने के लिए कम्पनी को लिखकर पूछो।

## 19.5 साबुन बनाना

सामान्य साबुन गरम विधि (बत्ता को क्षार के साथ उबालकर) या ठण्डे विधि (बत्ता और क्षार को अच्छी तरह मिलाकर) से बनाया जाता है।

गरम विधि—बृहत् मात्रा में साबुन बनाने के लिए इस विधि का प्रयोग किया जाता है (चित्र 19.2) क्योंकि इस विधि द्वारा प्राप्त साबुन सस्ता एवं उत्तम बनता है। इस विधि के लिए यह है:

- (1) उबालना—पिंपली हुई बत्ता या तेल को लोहे की बड़ी-बड़ी टर्बिदा में गरम किया जाता है और आप द्वारा उन्हे गर्म किया जाता है। क्षार का विनयन धीरे-धीरे करने दिया जाता है जिससे बत्ता का साबुनीकरण हो जाता है।



- (2) लवण किया—जब साबुनीकरण हो गया है तब इसे ठण्डा कर दिया जाता है। गर्म करने रहने में दो स्तर हो जाते हैं। ऊपर का स्तर बत्ता का बचिकला स्तर ग्लोसीरीन, तमक एवं अन्य क्षारों के विनयन का होता है। निचले स्तर का स्तर न निकलकर ग्लोसीरीन प्राप्त कर लिया जाता है।

- (3) समथार किया—लोहे के बड़े-बड़े बेल्ट साबुन को इस के स्तर ठण्डा करने के लिए



और उसे ठण्डा होने दिया जाता है। सावुन की ऊपरी तह नली द्वारा निकाल ली जाती है और भाग से गर्म टंकी में भेज दी जाती है। यहाँ पर सावुन में भारबद्धक रंग एवं गुणधित पदार्थ मिलाये जाते हैं और सावुन को बड़े-बड़े भागों में ठण्डा होने के लिए रखा दिया जाता है। जब सावुन मज्जा हो जाता है तो टण्डा एवं टिक्रियों को मशीन द्वारा काट लिया जाता है। टिक्रियों पर कम्पनी की मोहर लगाकर आकर्षक पैकिंग करके बाजार में भेज देने हैं।

**ठण्डो विधि**—टम विधि में बसा या तेन और कॉस्टिक सोडा की आवश्यक मात्रा को लोहे की टंकी में, जिसमें विलोडन यन्त्र लगा रहता है, मिलाकर सावुनीकरण करते हैं। विलोडन तब तक करते हैं जब तक कि सावुन जमने न लग जावे। इस अवस्था में इसे निकालकर साधों में जमाते हैं। जब सावुन मज्जा हो जाता है तो डंडों या टिक्रियों में काट लेते हैं।

उपर्युक्त दोनों विधियों में गरम विधि अधिक अच्छी है क्योंकि यह मसती है और इसमें सावुन भी अधिक गुड बनता है। इन विधि में उपकल मशीनरी भी प्राप्त होता है।

**पारदर्शक सावुन**—पारदर्शक सावुन बनाने के लिए सावुन को ऐल्कोहॉल में विलय करके छान लेते हैं। निस्पंद से ऐल्कोहॉल को वाष्पित करने पर पारदर्शक सावुन प्राप्त हो जाता है।

### सीमेण्ट व मॉर्टर

मनुष्य प्रारम्भ में ही गृह निर्माण में उपयोगी पदार्थों को अच्छे तथा सुदृढ़ बनाने के लिए प्रयास करता रहा है। आधुनिक विज्ञान की खोजों ने भी मनुष्य की गतिविधियों को सुधारने के लिए अपना योगदान दिया है। सीमेण्ट का उदाहरण लेकर हम यह देखेंगे कि सीमेण्ट एवं मॉर्टर के बारे में बढ़ता हुआ रसायन का ज्ञान इन दोनों पदार्थों के लिए अत्यन्त उपयोगी है। सीमेण्ट तथा मॉर्टर

अच्छे तथा सुदृढ़ भवन निर्माण कला की प्रगति में अत्यन्त सहायक सिद्ध हुए हैं।

कैल्सियम ऑक्साइड  $\text{CaO}$



सिलिकन ऑक्साइड  $\text{SiO}_2$



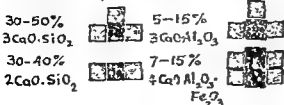
एल्यूमिनियम ऑक्साइड  $\text{Al}_2\text{O}_3$



फेरिक ऑक्साइड  $\text{Fe}_2\text{O}_3$



सीमेण्ट क्लिंकर का अन्तिम संगठन



### 19.6 सीमेण्ट क्या है

कैल्सियम सिलीकेट और कैल्सियम एल्यूमिनेट—कैल्सियम ऑक्साइड एक भास्मिक ऑक्साइड है, जो कि अम्लीय ऑक्साइड  $\text{SiO}_2$  से मिलकर कैल्सियम सिलीकेट  $(3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2)$  और उभयधर्मी (Amphoteric) ऑक्साइड  $\text{Al}_2\text{O}_3$  से मिलकर कैल्सियम एल्यूमिनेट  $(3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3)$  बनाता है। यी तो यह सवण कोई विगिष्ट गुण नहीं रखते परन्तु इनकी शुष्क अवस्था में जल मिलाने पर इनके जलीय

चित्र 19.3—सीमेण्ट क्लिंकर के प्रमुख घटक



इस प्रकार रेत मिलाकर सीमेंट को मानने पर एक Paste बन जाता है। ऐसा करने में मुख्य पदार्थ Hydrates में बदल जाते हैं और  $2\text{CaO} \cdot 2.5\text{SiO}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  और  $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$  बन जाते हैं और  $\text{CaO}$  युक्त चूना  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  में बदल जाता है। धीरे-धीरे मूखने पर  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  कैल्सियम सिलीकेट और कैल्सियम एल्यूमिनेट के साथ मिलकर इस प्रकार क्रिस्टलीकरण करता है कि एक दूसरे से गुंथे हुए क्रिस्टल बन जाते हैं जिससे पदार्थ जटिल और अत्यन्त कठोर हो जाता है।

### 19.9 सीमेंट का उपयोग

सीमेंट का प्रमुख उपयोग मकान, सड़क, पुल, बांध, आदि बनाने में होता है। जैसा कि ऊपर बताया है, सीमेंट को रेत में मिलाकर पानी में एक गाढ़ा पेस्ट बनाकर प्रयोग करते हैं। यदि इसमें मिश्रण में कंकड़ मिलाकर प्रयोग किया जाता है तो उसे कांक्रीट कहते हैं। लोहे की छड़ों के ऊपर कांक्रीट प्रयोग कर और मजबूत बनाते हैं तो उसे रेफ़ोर्सड कांक्रीट कहते हैं।

राजस्थान में सीमेंट

राजस्थान में सीमेंट फैक्ट्रियाँ निम्न स्थानों पर स्थित हैं।

- (1) साखेरी
- (2) मवाई माधोपुर
- (3) चित्तौड़ गढ़

### 19.10 मॉर्टर

पानी, रेत और बूसे चूने को मिलाने में भी एक गाढ़ा पदार्थ प्राप्त होता है जिसको हवा में खुला छोड़ने पर धीरे-धीरे दृढ़ता आ जाती है। इस प्रकार से बना हुआ मिश्रण मॉर्टर कहलाता है। हवा में रखने पर यह हवा से कार्बन डाइऑक्साइड सोख लेता है। ऐसा पाया गया है कि दो हजार वर्ष पुरानी इमारतों में अब भी बूसे चूने की मात्रा पाई गई है जो कि बाहर से कैल्सियम कार्बोनेट की पतल से ढकी हुई है। यह भी भवन निर्माण में उपयोगी सिद्ध हुआ है।

### 19.11 काच

पदार्थों की रासायनिक संरचना का ज्ञान, काच निर्माण उद्योग में भी सहायक सिद्ध हुआ है। रासायनिक दृष्टि से काच का समूह  $\text{पोटेशियम सिलिकेट}$  तथा  $\text{सोडियम सिलिकेट}$  है। साधारण काच में विशेष प्रकार के गुण उत्पन्न करने के लिए निर्माण में अन्य रासायनिक पदार्थ मिला दिये जाते हैं। इनका साधारण वर्णन नीचे दिया गया है।

### 19.12 काच निर्माण विधि

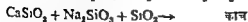
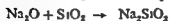
(1) सामग्री—काच निर्माण के प्रारम्भिक रासायनिक पदार्थ निम्न हैं—

- (अ) कैल्सियम कार्बोनेट तथा सोडियम या पोटेशियम कार्बोनेट
- (ब) सिलिका (वाकू रेत)

(2) विधि—उपरोक्त पदार्थों को एक विशेष प्रकार की भट्टी में लेकर जब उच्च ताप पर गर्म किया जाता है, जिससे प्रारम्भिक पदार्थों में रासायनिक परिवर्तन होने से बनने वाले पदार्थ में

अन्य गुण उत्पन्न हो जाते हैं। इसे काच कहते हैं। यह पदार्थ की सीमेंट की भांति मॉर्टार में और लोचम सिलिकेट का मिश्रण है जिसमें थोड़ी सी मात्रा में निम्नलिखित स्वतन्त्र अवस्था में उपस्थित होती है।

निर्माण में रासायनिक प्रतिक्रिया निम्न प्रकार होती है



रंगीन काच बनाने के लिए इसी मिश्रण में धातुओं के ऑक्साइड मिलाते हैं। वे ऑक्साइड हैं—

ऑक्साइड	काच का रंग
1) लोहे का ऑक्साइड (फेरस)	हरा
2) लोहे का ऑक्साइड (फेरिक)	पीला
3) कोबाल्ट ऑक्साइड	नीला
4) मैंगनीज ऑक्साइड	भूरा
5) सोडियम ऑक्साइड	हरा पीला
6) बर्तन सोना, कॉपर या निम्ननिम्न ऑक्साइड	लाल

### 1.3 काच के प्रकार

(1) साधारण काच—यह काच जिसे विभिन्नियों के मिलने बनाने आदि के उपयोग में आता है। इसमें सोडियम सिलिकेट का मिश्रण है। यह मोठा काच कहलाता है।

(2) श्वेत काच—यह काच पदार्थों के मिलने, विघटन आदि बनाने के काम आता है। सोडियम-सिलिकेट काच भी कहलाता है।

(3) पारदर्शक काच—इस काच की यह विशेषता होती है कि इसका उपयोग घर की खिड़की, बल्ब, आदि के बनाने में होता है। इस काच को बनाने समय थोड़ी सी सफ़ेद रंग के सोडियम सिलिकेट और सोडियम सिलिकेट का मिश्रण होता है।

काच बड़ा है, बर्तन बनाया जाता है, आदि इस दृष्टि से उपयोग में आता है। काच का उपयोग है जिसकी रचना लगभग इस प्रकार होती है— $\text{SiO}_2$  70%,  $\text{CaO}$  13%,  $\text{Na}_2\text{O}$  11%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  1-4%। भट्टी में इस प्रकार के मिश्रण के काच बनाने के बाद इसका उपयोग होता है। उपयोग, आदि बना लेते हैं और उनके परमाणु एक एक दूसरे के साथ जुड़े होते हैं।

काच का तापमान बढ़ाना

काच के परमाणु को गति में लाने के लिए ताप बढ़ाना होता है। ताप बढ़ाने से काच में आंतरिक विरूपण (Strain) उत्पन्न होता है जो कि ताप बढ़ाने से काच में तनाव उत्पन्न होता है और ताप बढ़ाने से काच में तनाव उत्पन्न होता है।

इस दोष को दूर करने के लिए काच के वर्तनों को एक बन्द कमरे में  $500^{\circ}$  सें. तक गर्म करते हैं (अथवा सांचे से निकालने के बाद) और धीरे-धीरे ठंडा करते हैं। इस क्रिया को तापानुशीलन कहते हैं। अच्छे कांच या उसके बने बर्तन का एक आवश्यक गुण यह है कि वह अचानक तापक्रम कम या अधिक करने पर टूटे नहीं।

कांच कई प्रकार के होते हैं जैसा कि इस इकाई में बताया जा चुका है। इनमें अधिक उपयोग में आने वाले कुछ कांच की रचना इस प्रकार है—

काच	प्रतिशत $\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{PbO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{B}_2\text{O}_3$	$\text{ZnO}$
सोडा	76	13	—	11	—	—	—	—
पोटाश	71	—	18	11	—	—	—	—
फ्लिंट	53	—	14	—	33	—	—	—
पाइरेक्स	81	5	—	—	—	2	12	—

### रेशोदार कांच

काच को यदि लचकदार तन्तुओं और भागों में बदल दे तो रेशोदार कांच बन जाता है। यह एक उत्तम ऊष्मारोधी है। रेशो के रूप में इसे काच की रूई (Glass Wool) कहते हैं। रेशो को बुन कर कपड़ा बनाया जा सकता है जिसमें रेशम जैसी चमक होती है और यह रेशम अथवा कृत्रिम रेशो से ज्यादा मजबूत होता है। इन रेशो से बना कपड़ा विद्युत अवरोधक होता है। इस रेशो का व्यास लगभग 0.0002 इंच होता है और 1000 पौण्ड प्रति वर्ग इंच की ताकत झेल कर भी नहीं टूटता। इन रेशो का सर्वोत्तम उपयोग विद्युत मशीनों में अवरोधक के रूप में होता है।

### अतिचालक कांच

अभी तक अतिचालक चुम्बकों में विद्युत प्रवाह के लिए नायोबियम (Niobium) और टाइटेनियम (Titanium) अथवा नायोबियम और टिन (Tin) के मिश्रों (Alloys) का प्रयोग किया जाता रहा है।  $277.2^{\circ}$  सें. पर यह मिश्र 1 से 2 लास गौस (Gauss) तक का चुम्बकीय क्षेत्र झेल सकते हैं। इस दिशा में समुक्त राज्य अमेरिका में एक प्रकार का कांच बनाया गया है जो ऐसे ही गुण रखता है जो कि ऊपर किये मिश्रों में विद्यमान होते हैं। इसे बनाने के लिए सौर (Porous) कांच लेकर 60% सीसा (Lead) और 40% बिस्मथ (Bismuth) के मिश्र में सॉपेच (Impregnate) करते हैं। बने हुए पदार्थ को रेशो या टेप में बदला जा सकता है। इस काच का प्रयोग चुम्बकों में अभी आरम्भ हो पाया है क्योंकि इन रेशो को लम्बे धागों में बनाने की समस्या हल नहीं हो पाई है।

### 19.14 कृत्रिम रेशो

आदि काल में मनुष्य प्रकृति से उपलब्ध रेशो (रई, रेशम, आदि) का उपयोग अपने वस्त्र निर्माण में करता आया है। इन प्राकृतिक रेशो में सभी प्रकार के बाह्य गुण उपलब्ध नहीं होते हैं। मनुष्य की जिज्ञासा पूर्ण प्रकृति ने इन पर भी दृष्टिमान कर हमारे समापन सपनों को सामने ला प्रयत्न किया। इन प्रकार के प्रयत्न का सामूहिक ज्ञान इतना अधिक बढ़ गया है कि कुछ सीमा तक प्राकृतिक रेशो का उपयोग बिना किसी भी कम हो गया है। वैज्ञानिकों का इस प्रकार का ज्ञान प्राप्त करने का ध्येय प्रकृति पर बिना प्राप्त कर, प्राकृतिक रेशो का अध्ययन अजिब रहा है। आधुनिक मनुष्य

में इन्होंने जिन्हें जाने वाले कृत्रिम रेशों, नाइलोन, टेम्बलीन तथा डेयोन, आदि है। यही नहीं, इस प्रकार के रेशों में प्राकृतिक रेशों में कुछ निम्नलिखित उदाहरणों अधिक उपयोगी एवं सुदृढ़ बनाने का प्रयास किया गया है। इस प्रकार के रसायनिक रेशों के रेशों कहना है। इस प्रकार के अन्य कृत्रिम रेशों जिनका उपयोग वस्त्र निर्माण के इतिहास में बहुत बड़े पैमाने पर किया जाता है, उनके नाम हैं— एसीटे रेशों, पॉलीएस्टर, आदि।

रासायनिक दृष्टि से कृत्रिम एवं प्राकृतिक रेशों सभी एक प्रकार के विशेष संगठन वाले पदार्थ हैं जिनमें रेशों बनाने का गुण उपस्थित होता है। इसी प्रकार के कुछ रेशों का साधारण अध्ययन भी किया गया है।

### (1) कपास

प्राकृतिक रेशों में यह एक प्रकार का रासायनिक यौगिक है जिसमें फाईबर, हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के कई परमाणु एक विशेष प्रकार के रासायनिक बंधन में युक्त होते हैं। इस यौगिक को सेलुलोज (Cellulose) कहते हैं।

यिन्हीं भी प्रकार के यौगिक जिनमें छोटे-छोटे साधारण यौगिकों के कई अणु एक दूसरे में रासायनिक बंधन द्वारा संयुक्त रहते हैं, बहुलक (Polymer) कहलाते हैं। उन इकाइयों को जिनमें निम्नलिखित बंधन हैं एकलक (Monomer) कहते हैं।

उपरोक्त परिभाषा के अनुसार कपास एक बहुलक है जिसकी छोटी इकाई ( $C_6H_{10}O_5$ ) एकलक (Monomer) है। यह प्राकृतिक कपास का रासायनिक संगठन है।

कपास के रसायनिक रेशों

### (अ) रेयोन (विस्कोस रेशों)

जैसा कि ऊपर बताया जा चुका है, रासायनिक ज्ञान के आधार पर एक प्रकार के पदार्थ को दूसरे प्रकार के पदार्थ में किया कराने पर रसायनिक क्रिया जा सकती है। इसी सिद्धांत के आधार पर प्राकृतिक कपास को कार्बन डाइसल्फाइड एवं कॉस्टिक सोडा के साथ बन्द पात्र में किया करार कर एक भिन्न यौगिक में बदल दिया जाता है। इस अवस्था में यौगिक का रंग पीला और गाढ़े द्रव के रूप में होता है। इस यौगिक के गाढ़े धीमे की अधिक दाब पर सूक्ष्म छिद्र वाली नलियों में तनु गड्ढे के बल के धीरे में होकर गुजारा जाता है जिससे यह पदार्थ रेशों के रूप में प्राप्त होता है (चित्र 194)। इस प्रकार प्राप्त रेशों का रासायनिक संगठन सेलुलोज जैसा ही होता है। प्राकृतिक सेलुलोज के रेशों और उपरोक्त रेशों के भौतिक गुणों में काफी अंतर होता है। सेलुलोज के सभी कृत्रिम रेशों को एक साधारण नाम 'रेयोन' दिया गया है। इस विधि में कपास का रासायनिक संगठन नहीं बदलता है।

### (ब) रेयोन (एसीटे रेशों)

इन रेशों को बनाने के लिए प्राकृतिक कपास (सेलुलोज) को एसीटिक एसिड नामक रासायनिक पदार्थ में किया करवाने है। इससे बनने वाले पदार्थ (सेलुलोज डाइएसीटे) को एसीटोन नामक तीव्र पदार्थ में घोल लेते हैं। इस अवस्था में पदार्थ के घोल की अधिक दाब पर सूक्ष्म छिद्र वाली नलियों में होकर गुजारा जाता है और इससे निकलने वाले रेशों पर द्रव्य हवा प्रवाह के कारण होता है। रासायनिक दृष्टि से इसका संगठन सेलुलोज में भिन्न होता है।

इस दीप को दूर करने के लिए कांच के बर्तनों को एक बन्द कमरे में  $500^{\circ}\text{C}$  तक गर्म करते (अथवा साचे से निकालने के बाद) और धीरे-धीरे ठंडा करते हैं। इस क्रिया को *annealing* कहते हैं। अच्छे कांच या उसके बने बर्तन का एक आवश्यक गुण यह है कि वह अचानक तापक्रम कम या अधिक करने पर टूटे नहीं।

कांच कई प्रकार के होते हैं जैसा कि इस इकाई में बताया जा चुका है। इनमें अधिकतर में आने वाले कुछ कांच की रचना इस प्रकार है—

कांच	प्रतिशत $\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{PbO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{B}_2\text{O}_3$	$\text{ZnO}$
सोडा	76	13	—	11	—	—	—	—
पोटाश	71	—	18	11	—	—	—	—
पिनप्ट	53	—	14	—	33	—	—	—
पाइरेक्स	81	5	—	—	—	2	12	—

### रेशोदार कांच

कांच को यदि लचकदार तन्तुओं और भागों में बदल दें तो रेशोदार कांच बन जाता है। यह एक उत्तम ऊष्मारोधी है। रेशो के रूप में इसे कांच की रूई (Glass Wool) कहते हैं। रेशो को बुन कर कपड़ा बनाया जा सकता है जिसमें रेशम जैसी चमक होती है और यह रेशम अथवा कृत्रिम रेशो से ज्यादा मजबूत होता है। इन रेशो से बना कपड़ा विद्युत अवरोधक होता है। इस रेशो का घास लगभग 0.0002 इंच होता है और 1000 पौण्ड प्रति वर्ग इंच की ताकत झेल कर भी नहीं टूटता। इन रेशो का सर्वोत्तम उपयोग विद्युत मशीनों में अवरोधक के रूप में होता है।

### अतिचालक कांच

अभी तक अतिचालक चुम्बकी में विद्युत प्रवाह के लिए नायोबियम (Niobium) और टाइटेनियम (Titanium) अथवा नायोबियम और टिन (Tin) के मिश्रों (Alloys) का प्रयोग किया जाता रहा है।  $277.2^{\circ}\text{C}$  से पर यह मिश्र 1 से 2 लास गौस (Gauss) तक का चुम्बकीय क्षेत्र झेल सकते हैं। इस दिशा में समुक्त राज्य अमेरिका में एक प्रकार का कांच बनाया गया है जो ऐसे ही गुण रखता है जो कि ऊपर किये मिश्रों में विद्यमान होते हैं। इसे बनाने के लिए सांघ्र (Porous) कांच लेकर 60% सीसा (Lead) और 40% बिस्मथ (Bismuth) के मिश्र से सतेवित (Impregnate) करते हैं। बने हुए पदार्थ को रेशो या टेप में बदला जा सकता है। इस कांच का प्रयोग चुम्बकी में अभी आरम्भ हो पाया है क्योंकि इन रेशो को लम्बे धागों में बनाने की समस्या हल नहीं हो पाई है।

## 19.14 कृत्रिम रेशो

आदि काल से मनुष्य प्रकृति से उपलब्ध रेशों (रूई, रेशम, आदि) का उपयोग अपने वस्त्र निर्माण में करता आया है। इन प्राकृतिक रेशों में सभी प्रकार के वांछित गुण उपस्थित नहीं होते हैं। मनुष्य की जिज्ञासा पूर्ण प्रकृति ने इन पर भी दृष्टिपात कर इसके रसायन संगठन को समझने का प्रयत्न किया। इस प्रकार के प्रयत्न का सामूहिक ज्ञान इतना अधिक बढ़ गया है कि कुछ सीमा तक प्राकृतिक रेशो का उपयोग बिलकुल ही कम हो गया है। वैज्ञानिकों का इस प्रकार का ज्ञान प्राप्त करने का ध्येय प्रकृति पर विजय प्राप्त कर, प्राकृतिक रेशो का अध्ययन अधिक रहा है। आधुनिक समाज

में प्रयोग किये जाने वाले कृत्रिम रेजो, नाइलोन, टेरिलोन तथा डेक्लोन, आदि हैं। यही नहीं, इस प्रकार के ज्ञान से प्राकृतिक रेजो में कुछ मिलाकर उनकी अधिक उपयोगी एवं मजबूत बनाने का प्रयास किया गया है। इस प्रकार के रूपान्तरित रेजो रेयॉन कहलाते हैं। इस प्रकार के अन्य कृत्रिम रेजो जिनका उपयोग वस्त्र निर्माण के अतिरिक्त अन्य वस्तुओं के निर्माण में किया जाता है, उनके नाम हैं— एंजोटे रेजो, पॉलीएस्टर, आदि।

रसायनिक दृष्टि में कृत्रिम एवं प्राकृतिक रेजो सभी एक प्रकार के विशेष मण्डन वाले पदार्थ हैं जिनमें रेजो बनाने का गुण उपस्थित होता है। इसी प्रकार के कुछ रेजो का साधारण व्यवहार भी किया गया है।

### (1) कपास

प्राकृतिक रेजो में यह एक प्रकार का रासायनिक यौगिक है जिसमें कार्बन, हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के बड़े परमाणु एक विशेष प्रकार के रासायनिक बन्धन में युक्त होते हैं। इस यौगिक को सेल्यूलोज (Cellulose) कहते हैं।

जिसी भी प्रकार के यौगिक जिनमें छोटे-छोटे साधारण यौगिकों के बड़े अणु एक दूसरे में रासायनिक बन्धन द्वारा समुक्त रहते हैं, बहुलक (Polymer) कहलाते हैं। उन इकाइयों को जिनमें निम्नर के बनते हैं एकलक (Monomer) कहते हैं।

उत्प्रेक्षित परिभाषा के अनुसार कपास एक बहुलक है जिसकी छोटी इकाई  $(C_6H_{10}O_5)$  एकलक (Monomer) है। यह प्राकृतिक कपास का रासायनिक मण्डन है।

कपास के रसायनिक रेजो

### (अ) रेयॉन (विस्कोस रेजो)

जैसा कि ऊपर बताया जा चुका है, रासायनिक ज्ञान के आधार पर एक प्रकार के पदार्थ को इस प्रकार के पदार्थ में किया कराने पर रसायनिक रेजो बनाया जा सकता है। इसी विचार के अनुसार प्राकृतिक कपास को कार्बन डाइसल्फाइड एवं कॉस्टिक सोडा के साथ बरफ पानी में रसायनिक रूप में बदल दिया जाता है। इस अवस्था में यौगिक का रंग पीला और गंध के रूप में होता है। इस यौगिक के गाढ़े घोल को अत्यधिक दाब पर सूक्ष्म छिद्र वाली नली के द्वारा के अन्त में घोल में होकर गुजारा जाता है जिसमें यह पदार्थ रेजो के रूप में उत्पन्न होता है (चित्र 19.4)। इस प्रकार प्राप्त रेजो का रासायनिक मण्डन सेल्यूलोज जैसा ही होता है। यह रेजो रेयॉन रेजो के रेजो और उपरोक्त रेजो के भौतिक गुणों में बारीक अन्तर होता है। सेल्यूलोज के रेजो को एक साधारण नाम 'रेयॉन' दिया गया है। इस विधि में उत्पन्न का रासायनिक मण्डन नहीं बदलता है।

### (ब) लैकोन (एंजोटे रेजो)

इन रेजो को बनाने के लिए प्राकृतिक कपास (सेल्यूलोज) को एंजोटे रेजो में बदल दिया जाता है। इसमें बनने वाले पदार्थ (सेल्यूलोज एंजोटे रेजो) का रंग पीला और गंध के रूप में होता है। इस अवस्था में पदार्थ के घोल को सूक्ष्म छिद्र वाली नली के द्वारा गुजारा जाता है और इसमें निम्नर के रेजो उत्पन्न होता है। लैकोन रेजो के रेजो और उपरोक्त रेजो के भौतिक गुणों में बारीक अन्तर होता है। सेल्यूलोज के रेजो को एक साधारण नाम 'लैकोन' दिया गया है। इस विधि में उत्पन्न का रासायनिक मण्डन नहीं बदलता है।



इस दोप को दूर करने के लिए कांच के बर्तनों को एक बन्द कमरे में  $500^{\circ}$  सें. तक गर्म करते (अथवा सांचे से निकालने के बाद) और धीरे-धीरे ठंडा करते हैं। इस क्रिया को तापानुशीलन कहते हैं। अच्छे कांच या उसके बने बर्तनों का एक आवश्यक गुण यह है कि वह अचानक तापक्रम कम अधिक करने पर टूटे नहीं।

कांच कई प्रकार के होते हैं जैसा कि इस इकाई में बताया जा चुका है। इनमें अधिकतर में आने वाले कुछ कांच की रचना इस प्रकार है—

कांच	प्रतिशत $\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{PbO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{B}_2\text{O}_3$	$\text{ZnO}$
सोडा	76	13	—	11	—	—	—	—
पोटाश	71	—	18	11	—	—	—	—
फ्लिंट	53	—	14	—	33	—	—	—
पाइरेक्स	81	5	—	—	—	2	12	—

#### रेशोदार कांच

कांच को यदि लचकदार तन्तुओं और भागों में बदल दें तो रेशोदार कांच बन जाता है। यह एक उत्तम ऊष्मारोधी है। रेशो के रूप में इसे कांच की रूई (Glass Wool) कहते हैं। रेशो को बुन कर कपड़ा बनाया जा सकता है जिसमें रेशम जैसी चमक होती है और यह रेशम अथवा कृत्रिम रेशों से ज्यादा मजबूत होता है। इन रेशों से बना कपड़ा विद्युत अवरोधक होता है। इस रेशो का घ्यास लगभग 0.0002 इंच होता है और 1000 पोंड प्रति वर्ग इंच की ताकत झेल कर भी नहीं टूटता। इन रेशों का सर्वोत्तम उपयोग विद्युत मशीनों में अवरोधक के रूप में होता है।

#### अतिचालक कांच

अभी तक अतिचालक चुम्बकी में विद्युत प्रवाह के लिए नायोबियम (Niobium) और टाइटेनियम (Titanium) अथवा नायोबियम और टिन (Tin) के मिश्रों (Alloys) का प्रयोग किया जाता रहा है।  $277.2^{\circ}$  सें पर यह मिश्र 1 से 2 लाख गौस (Gauss) तक का चुम्बकीय क्षेत्र झेल सकते हैं। इस दिशा में संयुक्त राज्य अमेरिका में एक प्रकार का कांच बनाया गया है जो ऐसे ही गुण रखता है जो कि ऊपर किये मिश्रों में विद्यमान होते हैं। इसे बनाने के लिए सॉध्र (Porous) कांच लेकर 60% सीसा (Lead) और 40% बिस्मथ (Bismuth) के मिश्र से ससेचित (Impregnate) करते हैं। बने हुए पदार्थ को रेशों या टेप में बदला जा सकता है। इस कांच का प्रयोग चुम्बकी में अभी आरम्भ हो पाया है क्योंकि इन रेशों को सख्खे छागों में बनाने की समस्या हल नहीं हो पाई है।

#### 19.14 कृत्रिम रेशो

आदि काल से मनुष्य प्रकृति से उपलब्ध रेशों (रूई, रेशम, आदि) का उपयोग अपने घर निर्माण में करता आया है। इन प्राकृतिक रेशों में सभी प्रकार के वांछित गुण उपस्थित नहीं होते हैं। मनुष्य की जिज्ञासा पूर्ण प्रकृति ने इन पर भी दृष्टिपात कर इसके रसायन सगठन को समझने का प्रयत्न किया। इस प्रकार के प्रयत्न का सामूहिक ज्ञान इतना अधिक बढ़ गया है कि कुछ सीमा तक प्राकृतिक रेशों का उपयोग बिल्कुल ही कम हो गया है। वैज्ञानिकों का इस प्रकार का ज्ञान प्राप्त करने का ध्येय प्रकृति पर विजय प्राप्त कर, प्राकृतिक रेशो का अध्ययन अधिक रहा है। आधुनिक समाज

के अन्तर्गत आते हैं। इनके अन्तर्गत ऐल्फिनिन तथा डेक्सेन, आदि हैं। यही नहीं, इस प्रकार के अन्तर्गत आने के कुछ और भी प्रकार के अन्तर्गत आने की एवं मुद्रा बनाने का प्रयास किया गया है। इस प्रकार के अन्तर्गत आने के अन्तर्गत आने हैं। इन प्रकार के अन्य वृत्तिम रेणु जिनका अन्तर्गत आने के अन्तर्गत आने के अन्तर्गत आने के निर्माण में किया जाता है, उनके नाम हैं—  
ऐल्फिनिन, डेक्सेन, आदि।

रासायनिक दृष्टि से कृत्रिम एवं प्राकृतिक दोनों सभी एक प्रकार के विशेष मण्डन वाले पदार्थ हैं जिनमें से अन्तर्गत आने का अन्तर्गत आने है। इसी प्रकार के कुछ रेणु का साधारण अध्ययन का किया गया है।

### (1) कपास

प्राकृतिक रेणु में यह एक प्रकार का रासायनिक यौगिक है जिसमें कार्बन, हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के कई परमाणु एक विशेष प्रकार के रासायनिक दण्डन में युक्त होते हैं। इस यौगिक को सेलुलोज (Cellulose) कहते हैं।

जिसी भी प्रकार के यौगिक जिनमें छोटे-छोटे साधारण यौगिकों के कई अणु एक दूसरे से रासायनिक दण्डन द्वारा मयूक रहते हैं, बहुलक (Polymer) कहलाते हैं। उन इकाइयों को जिनसे निम्नलिखित बनते हैं, एकलक (Monomer) कहते हैं।

ऊरोक परिभाषा के अनुसार कपास एक बहुलक है जिसकी छोटी इकाई ( $C_6H_{10}O_5$ ) एकलक (Monomer) है। यह प्राकृतिक कपास का रासायनिक मण्डन है।

कपास के रासायनिक रेणु

### (2) रेयोन (सिल्वोन रेणु)

जैसा कि ऊपर बताया जा चुका है, रासायनिक ज्ञान के आधार पर एक प्रकार के पदार्थ को दूसरे प्रकार के पदार्थ में किया बनाने पर रासायनिक किया जा सकता है। इसी सिद्धान्त के आधार पर प्राकृतिक कपास को कार्बन डाइऑक्साइड एवं कार्बोस्टिक सोडा के साथ बन्द पात्र में क्रिया कराकर एक मध्यम यौगिक में बदल दिया जाता है। इस अवस्था में यौगिक का रंग पीला और गाढ़े द्रव के रूप में होता है। इस यौगिक के गाढ़े घोल को अत्यधिक दाब पर सूक्ष्म छिद्र वाली नलियों से तनु पत्र के अन्तर्गत के घोल में होकर गुजारा जाता है जिससे यह पदार्थ रेश के रूप में प्राप्त होता है (चित्र 19.4)। इस प्रकार प्राप्त रेणु का रासायनिक मण्डन सेलुलोज जैसा ही होता है। प्राकृतिक सेलुलोज के रेणु और उपरोक्त रेणु के भौतिक गुणों में काफी अन्तर होता है। सेलुलोज के सभी वृत्तिम रेणुओं का एक साधारण नाम "रेयोन" दिया गया है। इस विधि में कपास का रासायनिक मण्डन नहीं बदलता है।

### (3) रेयोन (एसोडेट रेणु)

इन रेणुओं को बनाने के लिए प्राकृतिक कपास (सेलुलोज) को एसोडेट एनहाइड्राइड नामक रासायनिक पदार्थ में क्रिया करवाने है। इससे बनने वाले पदार्थ (सेलुलोज डाइएसोडेट) को एसोडेट नामक तीव्र पदार्थ में घोल लेते हैं। इस अवस्था में पदार्थ के घोल को अत्यधिक दाब पर सूक्ष्म छिद्र वाली नलियों में होकर गुजारा जाता है और इससे निकलने वाले रेणु पर गर्म हवा प्रवाहित की जाती है। एसोडेट वाष्पित हो जाता है और चमकीला धागा प्रारम्भिक कपास के धागे में भिन्न होता है। रासायनिक दृष्टि से इसका मण्डन सेलुलोज में भिन्न होता है।

इस दोष को दूर करने के लिए काच के बर्तनों को एक बन्द कमरे में  $500^{\circ}$  सें. तक गर्म (अथवा सांचे से निकालने के बाद) और धीरे-धीरे ठंडा करते हैं। इस क्रिया को तापानुश है। अच्छे कांच या उसके बने बर्तन का एक आवश्यक गुण यह है कि वह अचानक तापक अधिक करने पर टूटने नहीं।

कांच कई प्रकार के होते हैं जैसा कि इस इकाई में बताया जा चुका है। इनमें अधिक से आने वाले कुछ काच की रचना इस प्रकार है—

काच	प्रतिशत $\text{SiO}_2$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{CaO}$	$\text{PbO}$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{B}_2\text{O}_3$
सोडा	76	13	—	11	—	—	—
पोटाश	71	—	18	11	—	—	—
पिनप्ट	53	—	14	—	33	—	—
पाइरेक्स	81	5	—	—	—	2	12

#### रेशोदार कांच

काच को यदि तबकदार तन्तुओं और भागों में बदल दे तो रेशोदार कांच बन जाता है एक उत्तम ऊष्मारोधी है। रेशों के रूप में इसे काच की रूई (Glass Wool) कहते हैं। रेशों को कर कपड़ा बनाया जा सकता है जिसमें रेशम जैसी चमक होती है और यह रेशम अथवा कृत्रिम से ज्यादा मजबूत होता है। इन रेशों से बना कपड़ा विद्युत अवरोधक होता है। इस रेशो का लगभग 0.0002 इंच होता है और 1000 पौण्ड प्रति वर्ग इंच की ताकत झेल कर भी नहीं टूट। इन रेशो का सर्वोत्तम उपयोग विद्युत मशीनों में अवरोधक के रूप में होता है।

#### अतिचालक कांच

कभी तक अतिचालक धुम्बको में विद्युत प्रवाह के लिए नायोबियम (Niobium) टाइटेनियम (Titanium) अथवा नायोबियम और टिन (Tin) के मिश्रों (Alloys) का प्रयोग किया जाता रहा है।  $277.2^{\circ}$  सें पर यह मिश्र 1 से 2 लास गौस (Gauss) तक का धुम्बकीय झेल सकते हैं। इस दिशा में संयुक्त राज्य अमेरिका में एक प्रकार का कांच बनाया गया है जो ही गुण रखता है जो कि ऊपर किये मिश्रों में विद्यमान होते हैं। इसे बनाने के लिए साधारण (Porous) काच लेकर 60% सीसा (Lead) और 40% बिस्मथ (Bismuth) के मिश्र से संसृति (Impregnate) करते हैं। बने हुए पदार्थ को रेशो या टेप में बदला जा सकता है। इस काच प्रयोग धुम्बको में अभी आरम्भ हो पाया है क्योंकि इन रेशों को सम्ये धागों में बनाने की सामर्थ्य नहीं हो पाई है।

#### 19.14 कृत्रिम रेशो

आदि काल से मनुष्य प्रकृति से उपलब्ध रेशों (रूई, रेशम, आदि) का उपयोग अपने वस्त्र निर्माण में करता आया है। इन प्राकृतिक रेशों में सभी प्रकार के वांछित गुण उपलब्ध नहीं होते हैं। मनुष्य की जिज्ञासा पूर्ण प्रकृति में इन पर भी दृष्टिपात कर इसके रसायन संपत्तियों को समझने का प्रयत्न किया। इस प्रकार के प्रयत्न का सामूहिक ज्ञान इतना अधिक बढ़ गया है कि कुछ सीमा तक प्राकृतिक रेशों का उपयोग वितरुल ही कम हो गया है। वैज्ञानिकों का इस प्रकार का ज्ञान प्राप्त करने का ध्येय प्रकृति पर विजय प्राप्त कर, प्राकृतिक रेशो का अध्ययन अधिक रहा है। आधुनिक समाज

कने जाने वाले कृत्रिम रेजे, नाइलोन, टेरिलोन तथा डेब्रोन, आदि है। यही नहीं, इस प्रकार के प्राकृतिक रेजो में कुछ मिलाकर उसको अधिक उपयोगी एवं मुदुद बनाने का प्रयास किया। इस प्रकार के रूपान्तरित रेजे रेयॉन कहलाते हैं। इस प्रकार के अन्य कृत्रिम रेजे जिनका वस्त्र निर्माण के अतिरिक्त अन्य वस्तुओं के निर्माण में किया जाता है, उनके नाम हैं— रेजे, पॉलीएस्टर, आदि।

रसायनिक दृष्टि में कृत्रिम एवं प्राकृतिक रेजे सभी एक प्रकार के विशेष मण्डन वाले पदार्थ हैं जिनमें रेजे बनाने का गुण उपस्थित होता है। इसी प्रकार के कुछ रेजो का माधारण अध्ययन किया गया है।

रसायन

प्राकृतिक रेजो में यह एक प्रकार का रासायनिक यौगिक है जिसमें कार्बन, हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन के कई परमाणु एक विशेष प्रकार के रासायनिक बन्धन में युक्त होते हैं। इस यौगिक को (Cellulose) कहते हैं।

इसी भी प्रकार के यौगिक जिनमें छोटे-छोटे माधारण यौगिकों के कई अनु एक दूसरे में एक बन्धन द्वारा मयुक्त रहते हैं, बहुलक (Polymer) कहलाते हैं। उन इकाइयों को जिनमें वे बनते हैं एकलक (Monomer) कहते हैं।

उपरोक्त परिभाषा के अनुसार बपास एक बहुलक है जिसकी छोटी इकाई ( $C_6H_{10}O_5$ ) (Monomer) है। यह प्राकृतिक बपास का रासायनिक मण्डन है।

रूपान्तरित रेजो

रेयोन (विस्कोस रेजो)

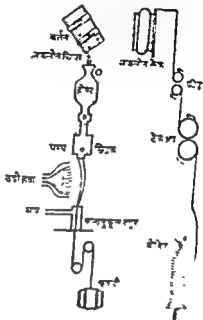
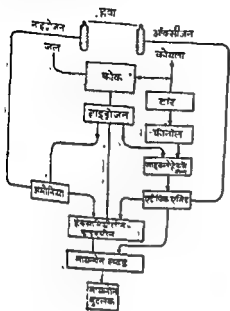
जैसा कि ऊपर बताया जा चुका है, रासायनिक ज्ञान के आधार पर एक प्रकार के पदार्थ को दूसरे प्रकार के पदार्थ में किया कराने पर रूपान्तरित किया जा सकता है। इसी मिसाल के आधार पर प्राकृतिक बपास को कार्बन डाइमल्फाइट एवं कॉस्टिक सोडा के साथ बन्द पात्र में रखा जाता है जहाँ अन्य यौगिक में बदल दिया जाता है। इस अवस्था में यौगिक का रंग पीला और पदार्थ ठोस के समान होता है। इस यौगिक के गाढ़े घोल को अत्यधिक दाब पर सूक्ष्म छिद्र वाली नलिका में गुजराने पर घोल में होकर गुजारा जाता है जिसमें यह पदार्थ रेजो के रूप में प्राप्त होता है (94)। इस प्रकार प्राप्त रेजे का रासायनिक मण्डन सेल्यूलोज जैसा ही होता है। प्राकृतिक रेजो के रेजो और उपरोक्त रेजो के भौतिक गुणों में बारी अन्तर होता है। सेल्यूलोज के सभी गुणों को एक माधारण नाम "रेयोन" दिया गया है। इन विधि में बपास का रासायनिक मण्डन किया जाता है।

रेयोन (एसीटेट रेजो)

इन रेजो को बनाने के लिए प्राकृतिक बपास (सेल्यूलोज) को एसिटिक अम्ल के साथ पात्र में रखा करता है। इससे बनने वाले पदार्थ (सेल्यूलोज एसिटेट) का रंग पीला और तीव्र पदार्थ में घोल लेते हैं। इस अवस्था में पदार्थ के घोल को अत्यधिक दाब पर सूक्ष्म छिद्र वाली नलिका में गुजराने पर घोल में होकर गुजारा जाता है और इसमें निश्चये वाले रेजो का रूप प्राप्त होता है। रेयोनोस वाष्पित हो जाता है और बचती भाग्य अत्यधिक दाब पर बचती है। रासायनिक दृष्टि में इसका मण्डन सेल्यूलोज के समान होता है।

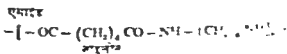
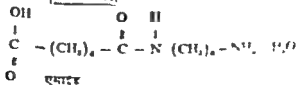
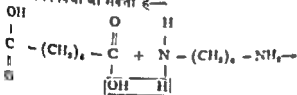


उपरोक्त पदार्थों को बहुलीकरण (बहुलक बनाने की विधि) के मिश्रान्त के अनुसार मिला दिया जाता है। इस प्रकार से बने पदार्थों को अत्यधिक दाब पर महीन छिद्रों में होकर गुजारा जाता है जिन्हें रेशे प्राप्त होते हैं, यही नायलोन है (चित्र 19.5)। नायलोन के गुण रेयोन के गुणों में भिन्न



चित्र 19.5—नायलोन का रेशा निर्माण चित्र

होते हैं। इनके गुण याच पदार्थों में मौजूद प्रोटीन से मिलने जुलने हैं। इनकी उपयोगिता वि० १० के निम्न प्रकार से प्रदर्शित किया जा सकता है—



आइसोन नायलोन का उपयोग बहुत बड़ा है। इसे इस्तेमाल में लाने के लिए इसे एक विशेष यंत्र में तैयार किया जाता है। इससे बने हुए यंत्रों में बहुत बड़ा पैमाने पर उपयोग होता है। इस्तेमाल में लाने के लिए इसे एक विशेष यंत्र में तैयार किया जाता है।

रेशों की तुलना निरीक्षण पर—सूक्ष्मदर्शी यन्त्रों पर कपास, ऊन व रेशम को रखकर, उन्हें फोकस करो। छात्र एक-एक की संख्या में आकर सूक्ष्मदर्शी में बने रेशों के चित्र को देखकर उसकी आकृति अपनी अभ्यास पुस्तिका में बनावेंगे।

निष्कर्ष—1. छात्र प्राकृतिक रेशों की बनावट का ज्ञान प्राप्त करेंगे।

2. छात्र तीनों रेशों के कणों के बीच की दूरी का सम्बन्ध प्राप्त करेंगे।

### रासायनिक अभिकर्मक

क्रियाकारक	कपास	ऊन	रेशम	रेयन	नायलोन
तनु गंधक का अम्ल	अधुलनशील	अधुलनशील	घुलनशील	घुलनशील	अधुलनशील
नमक का अम्ल	"	"	"	बहुत धीरे-धीरे घुलता है	"
नाइट्रिक सोडा विलयन	"	घुलनशील	"	अधुलनशील	"

### 19.15 रासायनिक उर्वरक

उपरोक्त वर्णन में अभी तक हम रासायन शास्त्र के उपलब्ध ज्ञान को मनुष्य के लिए कुछ विशेष प्रकार की उपयोगी वस्तु बनाने के प्रयोग में ले रहे थे। इसी प्रकार के ज्ञान का उपयोग खाद्य पदार्थों को अधिक उत्पत्ति करने के लिए भी किया गया है। रासायनिक उर्वरक पेंडू-पीधों की वृद्धि के लिए अत्यन्त उपयोगी सिद्ध हुए हैं। कुछ ही रासायनिक तत्त्व पीधों की वृद्धि में सहायक होते हैं। जैसे—कार्बन, हाइड्रोजन, ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, फॉस्फोरस, कैल्शियम, मैग्नीशियम और सोडा। इनके अतिरिक्त अल्पतम मात्रा में ताँबे, मैंगनीज, कोबास्ट, जस्ता तथा बोरान की उपस्थिति भी पीधों की वृद्धि में सहायक होती है।

सगातार खेतों में फसलों के तैयार होने से उसकी भूमि में कुछ रासायनिक तत्त्वों की शनैः-शनैः कमी होती जाती है। इसी कमी को पूरा करने के लिए बाहर से कुछ रासायनिक पदार्थों की मात्राएँ जिनमें कि उपरोक्त तत्त्व मौजूद हों, खेतों में डाल दी जाती हैं। वे पदार्थ जिनमें उपरोक्त तत्त्व मौजूद रहते हैं, रासायनिक उर्वरक कहलाते हैं। कुछ रासायनिक उर्वरकों के नाम एवं उनके बनाने की साधारण विधियाँ नीचे लिखी गयी हैं।

पीधों की वृद्धि के आधार पर इस प्रकार के सभी रासायनिक पदार्थों को तीन भागों में बांटा जा सकता है—

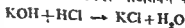
- (1) पोटेशियम उर्वरक
- (2) नाइट्रोजन उर्वरक
- (3) फॉस्फोरस उर्वरक

इनके अतिरिक्त और भी रासायनिक पदार्थों के मिश्रित उर्वरक पीधों की वृद्धि के लिए काम में लाये जाते हैं।

भारतवर्ष में रासायनिक उर्वरक बनाने के मुख्य केन्द्र सिन्दरी (बिहार) अल्वाए (केरल), नागल (पंजाब), राउरकेला (उड़ीसा), शोरखपुर (उत्तर प्रदेश) एवं कोटा तथा उदयपुर (राजस्थान) हैं।

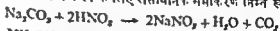
## (1) पोटेशियम उर्वरक

इस वर्ग में आने वाले रासायनिक उर्वरक पोटेशियम क्लोराइड, पोटेशियम सल्फेट



## (2) नाइट्रोजन उर्वरक

इस वर्ग के उदाहरण हैं—मोडियम नाइट्रेट, बेल्जियम नाइट्रेट, अमोनियम नाइट्रेट (अमोनियम नाइट्रेट)। इन सबको प्राप्त करने के लिए रासायनिक ममीकरण निम्न रूप में प्रदर्शित की



## (3) फॉस्फोरस उर्वरक

इस वर्ग के उदाहरण हैं—बेल्जियम फॉस्फोराइड एवं कॅल्सियम सुपरफॉस्फेट का कॅल्सियम सुपरफॉस्फेट के पानी में घुलनशील है। इसमें कॅल्सियम की प्राकृतिक चट्टान को सान्द्र गंधक के अम्ल से नि

कॅल्सियम सुपरफॉस्फेट में बदल दिया जाता है। इसमें 9% फॉस्फोरस होता है। इन सब रासायनिक उर्वरकों के अनिश्चित कई अन्य नाइट्रेट, सल्फेट फॉस्फेट हैं जो कृषि के लिए अनुपात में खेतों में डाले जाते हैं। इस प्रकार मिश्रित उर्वरकों के वर्ग NK, NP, NPK होते हैं।

इसी प्रकार रासायनिक पदार्थों का ज्ञान पेड़-पौधों एवं फलों को कीड़े-मकोड़ों से बचाने के लिए कीटनाशक औषधियों के रूप में भी किया जाता है जिसके उदाहरण बैंगीन हैक्साक्लो (BHC), जिंक फॉस्फाइड ( $\text{Zn}_3\text{P}_2$ ), कॉपर फॉस्फेट, बोरिक एसिड, बोरेक्स, आदि हैं।

इस प्रकार हम यह निष्कर्ष निकालते हैं कि रासायन शास्त्र वा अध्येयन मनुष्य के बहुत ही लाभदायक सिद्ध हुआ है। कोटा में भी मुरिया का कारखाना है।

## पुनरावलोकन

विभिन्न प्रकार के रासायनिक परिवर्तन, अभिक्रियाओं के संकलित ज्ञान के आधार पर मनुष्य ने न केवल प्रकृति में होने वाले रासायनिक रहस्य को ही समझा है बल्कि प्राकृतिक वस्तुओं में मृदा एवं अधिक उपयोगी वस्तुएँ बनाना भी सीख लिया है। इस प्रकार के उदाहरण—गंधक, सीमेंट, संश्लेषित रेशे, नायलोन, टेरोलीन, आरलान, डेक्लोन, रासायनिक उर्वरक, बार्निश, पेंट, प्लास्टिक, रेजिन आदि, आदि हैं।

कुछ प्राकृतिक वस्तुओं के गुणों में रासायनिक अभिक्रियाओं द्वारा आंशिक रूप में परिवर्तन लाया जाता है (कपास में ग्रेडोन, चूने में सीमेंट अथवा मोर्टार, प्राकृतिक रबर में क्लोरीन रबर, प्राकृतिक काच से रंग विरले काच, आदि, आदि) पूर्ण रूप से संश्लेषित वस्तुएँ टेरोलीन, नायलोन, इत्रिम रबर, रंग, कृत्रिम खाद, अतिचालक काच, काच की ऊन, इव, साबुन तथा अपमार्दक, आदि आदि। विश्व की रासायनिक औद्योगिक क्षेत्र में प्रगति का एक मात्र कारण रसायनज्ञों द्वारा अ



से जटिल रासायनिक अभिक्रियाओं को समझकर उन पर नियंत्रण पाना है। राजस्थान में इस प्रकार की उद्योगशालाएं कोटा (नाइलोन, रेयोन, रासायनिक खाद, प्लैस्टिक, कॉस्टिक सोडा, सल्फ्यूरिक एसिड), सबाई माधोपुर, चित्तौड़गढ़ व लाखौरी (सीमेण्ट), उदयपुर (जस्ता, रासायनिक खाद, सल्फ्यूरिक एसिड) एवं जयपुर (आयुर्वेदिक औषधियां) शहरों में स्थित हैं। साबुन करीब करीब प्रत्येक परिवार में बनाया जाता है।

### अध्ययन प्रश्न

1. प्राकृतिक रेशम एवं कपास के सफलेंपित रेशे नाइलोन व टेरीलीन के भौतिक व रासायनिक गुणों में तुलना करो। प्रत्येक रेशे की रासायनिक समीकरण भी लिखो।
2. अधिक लोहा व चूना मिलाने पर सीमेण्ट में कौनसे गुणों में अंतर आ जाता है, इसमें होने वाली रासायनिक समीकरण लिखो।
3. भारी पानी में साबुन फँक क्यों नहीं देते हैं? रासायनिक अभिक्रियाओं के आधार पर समझाओ।
4. सीमेण्ट के जमने की क्रिया में होने वाले रासायनिक अभिक्रियाएं लिखो।
5. जिप्सम से अमोनियम सल्फेट किस प्रकार बनाया जाता है? वर्णन करो।

### रोचक क्रियाएं

1. विभिन्न प्रकार के तेलों की असंग-असंग मात्राएं लेकर साबुन तैयार करो तथा बाजार में मिलने वाले साबुन से गुणारमक तुलना करो।
2. विस्कोस बिधि द्वारा प्रयोगशाला में फिल्टर पत्रों की सहायता से रेयोन बनाओ। अध्यापकजी की सहायता लें सकते हो।
3. अपनी कक्षा के अध्यापकजी को लेकर कोटा के सभी रासायनिक उद्योगों को देखने जाओ। उसमें होने वाली सभी रासायनिक क्रियाओं पर चर्चा करो।
4. रासायनिक खाद बनाने वाली उद्योगशाला के व्यवस्थापकों को लिखकर खाद के निर्माण तथा संगठन की जानकारी प्राप्त कर भित्ति पत्रिका पर लगाओ।
5. प्रयोगशाला में स्थायी, मार्निंग, वैंट, साबुन, प्लैस्टिक, आदि बनाने की प्रयोजनाएं बनाओ।
6. सीमेण्ट के जमने की क्रिया का प्रयोगशाला में कार्बों का नियंत्रण कर अध्ययन करो।
7. प्रयोगशाला में कम से कम पांच लवणों को समान मात्रा में द्रवतत्पर पौधों की बुड़ के लिए कुछ प्रयोग करो।

### अभ्यास प्रश्न

1. वनस्पति तेल में उपस्थित त्रिस्टीरायन ग्लिसरीन से वास्टिक सोडा की क्रिया पहचानी है :  
(अ) उदामीनीकरण।  
(ब) अवशोषण।  
(स) क्रिस्टलयन।  
(द) आसवन।  
(९) मायुनीकरण।

2. मोनेन्ट बनाने में निम्न पदार्थों की आवश्यकता होती है :

- (1) चूने का पत्थर ।
- (2) विशेष मिट्टी जिसमें रेत होती है ।
- (3) जिप्सम ।
- (4) वास्तिक सोंडा ।
- (5) पोर्टलैंडसिम नाइट्रेट ।
- (6) मिथण का ताप लगभग  $1400^{\circ}$  में  $1600^{\circ}$  से.

( )

इनमें कौनसा विकल्पनाएँ साथ है :

- (अ) सारे छह ।
- (ब) केवल 5 के अतिरिक्त सारी ।
- (स) केवल 4 व 5 के अतिरिक्त सारी ।
- (द) केवल 1, 2, 5 व 6 ।
- (ई) कोई अन्य युग्म ।

( )

3. पाच बनाने में कौनसी क्रिया नहीं करते है ?

- (अ) आवश्यक पदार्थों का मिथण बनाना ।
- (ब) पदार्थों के मिथण को विशेष प्रकार की भट्टियों में गर्म करके उड़ाटना ।
- (स) गर्म कचरे को साचे अथवा फूंकनी से बर्तन, आदि बनाना ।
- (द) गर्म बर्तन का तापानुशीलन करना ।
- (ई) बर्तन को सावधानी से रखना ।

( )

4. चरत, आदि बनाने के लिए रेशों का उपयोग होता है जैसे —

- (1) रुई अथवा कपास
- (2) रेशम
- (3) रेयोन
- (4) नाइलोन
- (5) टेरीलीन

इनमें से कुलितम रेशे कौनसे नहीं है

- (अ) 1, 2 व 3

(ब) 1 व 2

(द) 4 व 5

- (स) 1 व 3

- (ई) कोई और युग्म

( )

5. पीघो की दृष्टि के आधार पर रासायनिक उर्वरक तीन भागों में बांटे जा सकते हैं .

- (1) पोर्टलैंडसिम उर्वरक
- (2) कैल्शियम उर्वरक
- (3) नाइट्रोजन उर्वरक
- (4) फॉस्फोरस उर्वरक
- (5) मल्फर उर्वरक

( )

इनमें से कौनसा युग्म सही है —

- (अ) 1, 2 व 3

(ब) 1, 3 व 5

(द) 1, 3 व 4

- (स) 2, 4 व 5

( )

- (ई) 2, 3 व 5

[ उत्तर — 1 : (द) 2 — (ब) 3 — (ब) 4 — (द) 5 — (ई) ]

रासायनिक तत्वों के परमाणु भारों की तालिका

एकैदीनियम	...	सरवियम	167.26	पारा	200.59	समेरियम	150.35
एरुथीनियम	26.815	यूरोपियम	151.96	मोलिब्डेनम	95.94	स्कैंडियम	44.956
प्रमेरोनियम	...	फरमियम	...	नियोडिमियम	144.24	सेलेनियम	78.96
एरुदीमरी	121.75	फलोरीन	18.9984	नियोन	20.183	सिलीकन	28.086
प्रारतन	39.948	फोमियम	...	नेचूनियम	...	चांदी	107.870
प्रार्थोनिक	74.9216	देशोलिनियम	157.25	निकल	58.71	सोडियम	22.9898
एरुटीन	...	गैलियम	69.72	नायोबियम	92.9066	स्ट्रेशियम	87.62
देरियम	137.34	जर्मेनियम	72.59	नाइट्रोजन	14.0067	मंधक	32.064
हर्मेनियम	...	सोना	196.967	नोबेलियम	...	टैण्टलम	180.548
देरीनियम	9.0122	रूथेनियम	178.49	ऑस्मियम	196.2	टेक्नीशियम	...
रिगम	208.980	होलियम	4.0076	वॉस्सीजन	15.9994	टेलूरियम	127.60
रोल्म	10.811	होर्नियम	164.930	प्लैटिनियम	106.4	टारवियम	158.924
रुपेन	79.909	हाइड्रोजन	1.00797	फॉस्फोरस	30.9739	...	...

...	...	...	118 82	...	105 09	...	232 034
...	...	...	125 0033	...	...	...	168 934
...	...	...	172 2	...	...	...	118 69
...	...	...	55 88	...	39 162	...	47 90
...	...	...	82 83	...	140 907	...	183 85
...	...	...	118 31	...	...	...	238 03
...	...	...	...	...	...	...	50 942
...	...	...	...	...	...	...	131 30
...	...	...	...	...	...	...	173 04
...	...	...	...	...	126 2	...	88 905
...	...	...	...	...	102 403	...	65 905
...	...	...	...	...	45 41	...	91 22
...	...	...	...	...	101 107	...	...



